

INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACION DEL PLANTEL EDUCATIVO LA
INMACULADA SEGÚN EL RETILAP

SANDRA LORENA MONTOYA OSORIO
AMALFY MARCELA CABRERA ROSERO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2013

INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACION DEL PLANTEL EDUCATIVO LA
INMACULADA SEGÚN EL RETILAP

SANDRA LORENA MONTOYA OSORIO
AMALFY MARCELA CABRERA ROSERO

Trabajo de grado
Para optar el título de
Tecnólogo en Electricidad

Director:
Santiago Gómez Estrada
Ingeniero Electricista
Docente Escuela de Tecnología Eléctrica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2013

Nota de aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Decano

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo de grado, por estar conmigo en las distintas etapas de su desarrollo, así como en mi vida.

A mi familia y seres más queridos como mi esposo Héctor Rengifo y mi hija María Camila Rengifo quienes con su alegría, comprensión y amor incondicional estuvieron siempre a mi lado; A mis hermanos Leonardo Esteban y Cesar Daniel Montoya porque los amo infinitamente. A mi tía Dora Inés Osorio por tener siempre una palabra de aliento en los momentos más difíciles y en especial a mi mamá María Trinidad Osorio por no perderse un solo día de mi vida alegrándola con su particular modo de ver, de ser y hacer en su constante, difícil y poco reconocida labor de ser la mejor mamá que cualquiera pudiera siquiera imaginar. . .

Le agradezco al profesor Santiago Gómez y al profesor José Norbey Sánchez quienes con su interés, su confianza, colaboración y apoyo han logrado que pueda terminar mis estudios con éxito. A todos los docentes de la Universidad Tecnológica de Pereira por compartir sus conocimientos, dentro y fuera de clase, haciendo posible que mi formación profesional sea satisfactoria. En especial al Ingeniero Jorge Humberto Sanz por la alegría y la disposición en el momento que más lo necesitaba.

A mis amigos y compañeros Fabio de Jesús Salazar, Iván Darío Londoño y Marcela Cabrera quienes fueron un gran apoyo en el todo el proceso aportando un granito de arena a mi formación y quienes trabajaron conmigo poniendo su energía, empeño, confianza, tiempo y los mejores momentos que viví durante esta etapa.

Por último agradecerles a las personas que trabajan en la Institución Educativa La Inmaculada quienes nos dieron la oportunidad de hacer realidad esta fase tan anhelada.

Con muchas las personas que han formado parte de mi vida a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Sandra Lorena Montoya

Antes que todo agradezco a dios por brindarme la oportunidad de vivir, por permitirme disfrutar cada momento de mi vida y guiarme por el camino que ha trazado para mí, por darme la fortaleza de conquistar las metas que me he propuesto en mi vida.

Agradezco infinitamente a mi familia y a mi hijo Juan José Zamudio porque eres el motor que me impulsa ser mejor cada día para que siempre te sientas orgulloso de mí, por estar conmigo cuando he caído y motivarme a seguir adelante.

A mis padres José Orlando Cabrera y Kenny Lilian Resero por ser los mejores padres, porque siempre brindan su apoyo incondicionalmente por ser un ejemplo a seguir, por enseñarme que no hay límites en la vida y que cada obstáculo se enfrentan con alegría.

A mis hermanos y en especial a mi hermana Liliana Cabrera Resero por ser un apoyo más grande durante mi educación universitaria, ya que sin su apoyo no hubiera logrado unas de mis metas y sueños.

A mis amigos, Sandra Montoya, Fabio Salazar, Katherine Díaz, por ser parte de mi vida, de mis momentos buenos y malos, por brindarme su apoyo y su amistad incondicionalmente, por que aportaron a mi vida muchas enseñanzas, quienes compartieron los mejores momentos que viví durante esta etapa como estudiante, primordialmente a Sandra Montoya por el compromiso y empeño que se aportó a nuestro proyecto para así terminar satisfactoriamente.

A todos los docentes de la escuela tecnología eléctrica de universidad tecnológica de Pereira que compartieron conmigo sus conocimientos para convertirme en una profesional, por su tiempo y dedicación durante mi etapa de educación.

El presente trabajo fue realizado bajo la supervisión del ingeniero Santiago Gómez y Norbey Sánchez, a quienes me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de este proyecto, agradecer su paciencia y dedicación que tuvieron para que esto saliera de manera exitosa.

Amalfy Marcela Cabrera

GLOSARIO

ALCANCE: Característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección longitudinal del camino.

AREA DE TRABAJO: Es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

BRILLO: Es la intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada, por unidad de área proyectada de la misma.

BOMBILLA O LÁMPARA: Término genérico para denominar una fuente de luz fabricada por el hombre.

CAMPO VISUAL: Lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos.

CANDELA (CD): Unidad del Sistema Internacional (SI) de intensidad luminosa. Una candela es igual a un lúmen por estereorradián.

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU Ó K): Relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria.

DENSIDAD DE FLUJO LUMINOSO: Cociente del flujo luminoso por el área de la superficie cuando ésta última está iluminada de manera uniforme.

DESLUMBRAMIENTO: Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad.

EFICACIA LUMINOSA DE UNA FUENTE: Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma.

EFICIENCIA DE UNA LUMINARIA: Relación de flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior.

FACTOR DE BALASTO: balasto se define como la relación entre el flujo luminoso de la bombilla funcionando con el balasto de producción y el flujo luminoso de la misma bombilla funcionando con el balasto de referencia.

FACTOR DE MANTENIMIENTO (FM): Factor usado en el cálculo de la luminancia e iluminancia después de un período dado y en circunstancias establecidas.

FACTOR DE UTILIZACIÓN DE LA LUMINARIA (K): Relación entre el flujo luminoso que llega a la calzada (flujo útil) y el flujo total emitido por la luminaria.

FLUJO LUMINOSO (Φ): Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen (lm).

FUENTE LUMINOSA: Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

ILUMINANCIA (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

ILUMINANCIA PROMEDIO HORIZONTAL MANTENIDA (EPROM): Valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia promedio en el área especificada

ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR): Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) N° 117.

INSPECCION: Conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

LÚMEN (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI).

LUMINANCIA (L): En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada.

LUMINARIA: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas.

LUX (lx): Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lúmen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN MANTENIDOS: Son los niveles de iluminación adecuada a la tarea que se realiza en un local o en una vía.

PLANO DE TRABAJO: Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

POTENCIA NOMINAL DE UNA FUENTE LUMINOSA: Potencia requerida por la fuente luminosa, según indicación del fabricante, para producir el flujo luminoso nominal. Se expresa en vatios (W).

REGLAMENTO TÉCNICO: Documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

RETILAB: Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público.

SEGURIDAD: Estado de riesgo aceptable o actitud mental de las personas.

VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN VEII. Valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m^2) por cada 100 luxes.

CONTENIDO

Pág.

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 24 |
| OBJETIVOS..... | 26 |
| 1. CONCEPTOS BASICOS..... | 27 |
| 1.1 ILUMINACIÓN ARTIFICIAL..... | 27 |
| 1.2 MÉTODO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL. | 27 |
| 1.3 ILUMINACIÓN..... | 28 |
| 1.4 REQUISITOS GENERALES DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN SEGÚN EL RETILAP..... | 28 |
| 1.4.1 Requerimientos de iluminación..... | 28 |
| 1.5 GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN. | 29 |
| 1.6 ILUMINACIÓN EFICIENTE. | 29 |
| 1.6.1 Diseño detallado..... | 30 |
| 1.7 USO RACIONAL DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN..... | 30 |
| 1.7.1 Sector residencial..... | 31 |
| 1.7.2 Sector comercial e industrial..... | 31 |
| 1.8 LA ILUMINACIÓN EN EL ANÁLISIS DE RIESGOS..... | 32 |
| 1.9 REQUISITOS GENERALES DE LOS PRODUCTOS DE ILUMINACIÓN O ALUMBRADO PÚBLICO..... | 33 |
| 1.9.1 Fuentes luminosas eléctricas..... | 33 |
| 1.9.2 Bombillas incandescentes..... | 34 |
| 1.9.2.1 Requisitos de producto..... | 34 |
| 1.9.3 Lámparas de mercurio baja presión (fluorescentes con balasto independiente)..... | 36 |
| 1.9.3.1 Requisitos de producto..... | 36 |
| 1.9.4 Bombillas de halogenuros metálicos..... | 39 |
| 1.10 LUMINARIAS Y PROYECTORES..... | 39 |
| 1.10.1 Luminarias..... | 39 |
| 1.10.2 Marcación..... | 39 |
| 1.11 BALASTOS..... | 40 |
| 1.11.1 Marcación..... | 40 |
| 1.11.2 Balastos electrónicos..... | 41 |
| 1.12 PORTA BOMBILLAS PARA LÁMPARAS FLUORESCENTES (SOCKET) 43 | |
| 1.13 DURACIÓN O VIDA ÚTIL DE LA FUENTE LUMÍNICA | 43 |
| 1.13.1 Curvas de depreciación luminosa de las fuentes..... | 43 |
| 1.13.2 Vida promedio de las fuentes luminosas..... | 44 |
| 1.14 APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL..... | 45 |
| 1.15 CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO | 47 |

| | | |
|---------|---|--------------------------------------|
| 1.16 | UNIFORMIDAD | 48 |
| 1.17 | EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN 49 | |
| 2. | DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR | 53 |
| 2.1 | ILUMINACIÓN EN LOCALES DE TRABAJO INTERIOR | 53 |
| 2.1.1 | Requisitos generales del diseño | 53 |
| 2.1.2 | Alumbrado de oficinas | 54 |
| 2.1.3 | Iluminación en instituciones educativas, salas de lectura y auditorios. | 54 |
| 2.1.3.1 | Iluminación de aulas de clase..... | 55 |
| 2.2 | INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN | 56 |
| 2.3 | DATOS PREVIOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN | 56 |
| 2.3.1 | Método de cálculo. | 57 |
| 2.4 | CÁLCULOS PARA ILUMINACIÓN INTERIOR | 57 |
| 2.4.1 | Medición de iluminancia general de un salón. | 58 |
| 2.4.2 | Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas | 58 |
| 2.4.2.1 | Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica | 60 |
| 2.4.2.2 | Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila | 61 |
| 2.5 | INSTRUMENTOS DE MEDICION DE ILUMINACION..... | 63 |
| 2.5.1 | Medidor de iluminancia | 63 |
| 2.6 | PLANOS LUMÍNICOS | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.7 | FORMATOS | 63 |
| 3. | VALORACIÓN GENERAL..... | 68 |
| 3.1 | LÁMPARAS Y LUMINARIAS..... | 70 |
| 3.1.1 | Lámparas | 70 |
| 3.1.1.1 | Potencia, Vida Útil y Eficacia luminosa..... | 71 |
| 3.2 | LUMINARIAS..... | 71 |
| 3.2.1 | Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias | 71 |
| 3.2.1.1 | Requisitos de instalación | 72 |
| 3.3 | BALASTOS..... | 72 |
| 3.4 | DATOS ESPECIFICOS DE CADA AREA INSPECCIONADA | 73 |
| 3.4.1 | Salón de clase 1 | 74 |
| 3.4.2 | Salón de clase 2 | 75 |
| 3.4.3 | Salón de clase 3 | 76 |
| 3.4.4 | Salón de clase 4 | 77 |
| 3.4.5 | Salón de clase 5 | 78 |
| 3.4.6 | Salón de clase 6 | 79 |
| 3.4.7 | Salón de clase 7 | 80 |
| 3.4.8 | Salón de clase 8 | 81 |
| 3.4.9 | Salón de clase 9 | 82 |
| 3.4.10 | Salón de clase 10 | 83 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 3.4.11 | Salón de clase 11 | 84 |
| 3.4.12 | Salón de clase 12 | 85 |
| 3.4.13 | Salón de clase 13 | 86 |
| 3.4.14 | Salón de clase 14 | 87 |
| 3.4.15 | Salón de clase 15 | 88 |
| 3.4.16 | Salón de clase 16 | 88 |
| 3.4.17 | Salón de clase 17 | 90 |
| 3.4.18 | Salón de clase 18 | 91 |
| 3.4.19 | Salón de clase 19 | 92 |
| 3.4.20 | Salón de clase 20 | 93 |
| 3.4.21 | Salón de clase 21 | 94 |
| 3.4.22 | Baños de mujeres sala de profesores salón 21 | 94 |
| 3.4.23 | Baño de hombres sala de profesores salón 21 | 95 |
| 3.4.24 | Salón de clase 22 | 96 |
| 3.4.25 | Salón de clase 23 | 97 |
| 3.4.26 | Salón de clase 24 | 98 |
| 3.4.27 | Salón de clase 25 | 99 |
| 3.4.28 | Salón de clase 26 | 101 |
| 3.4.29 | Baño salón de clase 26 | 102 |
| 3.4.30 | Salón de clase 27 | 103 |
| 3.4.31 | Baño salón de clase 27 | 104 |
| 3.4.32 | Salón de clase 28 | 105 |
| 3.4.33 | Baño Salón de clase 28 | 106 |
| 3.4.34 | Oficina de coordinación convivencia social primer piso | 107 |
| 3.4.35 | Baño de la oficina de coordinación convivencia social primer piso | 108 |
| 3.4.36 | Oficina de coordinación académica primer piso | 109 |
| 3.4.37 | Baño de la oficina de coordinación académica primer piso | 110 |
| 3.4.38 | Oficina de psicología primer piso | 111 |
| 3.4.39 | Portería primer piso | 112 |
| 3.4.40 | Baño Portería primer piso | 113 |
| 3.4.41 | Baño públicos | 114 |
| 3.4.42 | Baño segundo piso | 115 |
| 3.4.43 | Oficina de pagaduría. | 116 |
| 3.4.44 | Oficina de rectoría. | 117 |
| 3.4.45 | Baño rectoría | 118 |
| 3.4.46 | Cocineta 2 piso | 119 |
| 3.4.47 | Oficina de secretaria. | 120 |
| 3.4.48 | Oficina sala de juntas segundo piso. | 121 |
| 3.4.49 | Baño sala de juntas. | 122 |
| 3.4.50 | Baño de profesores segundo piso | 123 |
| 3.4.51 | Pasillo 1 primer piso | 124 |
| 3.4.52 | Pasillo 2 primer piso | 125 |
| 3.4.53 | Pasillo 3 primer piso | 126 |
| 3.4.54 | Pasillo 4 primer piso | 127 |
| 3.4.55 | Pasillo 4 primer piso | 128 |

| | | |
|---|--|-------------------------------|
| 3.4.56 | Pasillo 1 segundo piso | 129 |
| 3.4.57 | Pasillo 2 segundo piso | 130 |
| 3.4.58 | Pasillo 3 segundo piso | 131 |
| 3.4.59 | Pasillo 4 segundo piso | 132 |
| 3.4.60 | Pasillo 5 segundo piso | 133 |
| 3.4.61 | Pasillo 6 segundo piso | 134 |
| 3.4.62 | Patio cubierto | 135 |
| 3.4.63 | Auditorio | 136 |
| 3.5 | ANÁLISIS DE RESULTADOS | 137 |
| 3.5.1 | Nivel de iluminación de cada área | 137 |
| 3.5.2 | Índice de deslumbramiento unificado de cada área inspeccionada | 140 |
| En la tabla 81, se encuentran las diferentes áreas como lo es salones, baños, oficina, pasillos, del plantel educativo con sus respectivos niveles de UGR (Índice de Deslumbramiento Unificado). Esto se diseñó teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la simulación y los valores establecidos por el RETILAP. | | |
| 3.5.3 | Valor de eficiencia energética de cada área inspeccionada | 142 |
| 4. | REDISEÑO..... | 150 |
| 4.1 | ANÁLISIS DE REDISEÑO POR SALON BAÑOS PASILLOS Y OFICINAS. | 151 |
| 4.1.1 | Rediseño del salón de clases 1 segundo piso | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.2 | Rediseño del salón de clases 2 segundo piso | 151 |
| 4.1.3 | Rediseño del salón de clases 3 segundo piso | ¡Error! Marcador no definido. |
| En la figura , se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase 3 segundo piso | | |
| 4.1.4 | Rediseño del salón de clases 4 segundo piso | ¡Error! Marcador no definido. |
| En la figura , se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase 1 segundo piso | | |
| 4.1.5 | Rediseño del salón de clases 5 segundo piso | 152 |
| En la figura , se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase 5 segundo piso | | |
| 4.1.6 | Rediseño del salón de clases 6 segundo piso | 153 |
| En la figura , se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase 6 segundo piso | | |
| 4.1.7 | Rediseño del salón de clases 7 segundo piso | 154 |
| En la figura , se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase 7 segundo piso. | | |
| 4.1.8 | Rediseño del salón de clases 8 segundo piso | 155 |
| 4.1.9 | Rediseño del salón de clases 9 segundo piso | 156 |

| | | | | |
|--------|--|--------------|---------|------------------------------|
| 4.1.10 | Rediseño del salón de clases 10 | segundo piso | | 157 |
| 4.1.11 | Rediseño del salón de clases 11 | segundo piso | | 158 |
| 4.1.12 | Rediseño del salón de clases 12 | segundo piso | | 159 |
| 4.1.13 | Rediseño del salón de clases 13 | segundo piso | | 160 |
| 4.1.14 | Rediseño del salón de clases 14 | segundo piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.15 | Rediseño del salón de clases 15 | primer piso | | 161 |
| 4.1.16 | Rediseño del salón de clases 16 | primer piso | | 162 |
| 4.1.17 | Rediseño del salón de clases 17 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.18 | Rediseño del salón de clases 18 | primer piso | | 163 |
| 4.1.19 | Rediseño del salón de clases 19 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.20 | Rediseño del salón de clases 20 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.21 | Rediseño del salón de clases 21 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.22 | Rediseño del salón de clases 22 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.23 | Rediseño del salón de clases 23 | primer piso | | 164 |
| 4.1.24 | Rediseño del salón de clases 24 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.25 | Rediseño del salón de clases 25 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.26 | Rediseño del salón de clases 26 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.27 | Rediseño del salón de clases 27 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.28 | Rediseño del salón de clases 28 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.29 | Rediseño de la oficina de coordinación de convivencia social | primer piso | | 165 |
| 4.1.30 | Rediseño de la oficina de psicología | primer piso | | 166 |
| 4.1.31 | Rediseño de portería | primer piso | | 167 |
| 4.1.32 | Rediseño de la oficina de coordinación académica | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.33 | Rediseño baño de mujeres salón 21 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.34 | Rediseño baño de hombres salón 21 | primer piso | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.35 | Rediseño baño de coordinación de convivencia social | primer piso. | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.36 | Rediseño baño de portería | primer piso. | ¡Error! | Marcador no definido. |
| 4.1.37 | Rediseño baño coordinación académica | primer piso. | ¡Error! | Marcador no definido. |

| | | | |
|--------|--|-------------------------------|-----|
| 4.1.38 | Rediseño baño salón 26 primer piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.39 | Rediseño baño salón 27 primer piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.40 | Rediseño baño salón 28 primer piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.41 | Rediseño baño público primer piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.42 | Rediseño de la oficina de pagaduría segundo piso | | 168 |
| 4.1.43 | Rediseño de la oficina de rectoría segundo piso | | 169 |
| 4.1.44 | Rediseño cocineta segundo piso | | 170 |
| 4.1.45 | Rediseño de la oficina de secretaria segundo piso | | 171 |
| 4.1.46 | Rediseño de la oficina de juntas segundo piso | | 172 |
| 4.1.47 | Rediseño baño de rectoría segundo piso | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.48 | Rediseño baño de oficina de juntas segundo piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.49 | Rediseño baño de profesores segundo piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.50 | Rediseño baño segundo piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.51 | Rediseño pasillo1 primer piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.52 | Rediseño pasillo 2 primer piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.53 | Rediseño pasillo 3 primer piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.54 | Rediseño pasillo 4 primer piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.55 | Rediseño pasillo 5 primer piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.56 | Rediseño pasillo1 segundo piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.57 | Rediseño pasillo 2 segundo piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.58 | Rediseño pasillo 3 segundo piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.59 | Rediseño pasillo 4 segundo piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.60 | Rediseño pasillo 5 segundo piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.61 | Rediseño pasillo 6 segundo piso. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.1.62 | Rediseño patio cubierto. | ¡Error! Marcador no definido. | |
| 4.2 | Referencia de los niveles de luminancia promedio de cada área rediseñada | | 173 |
| 5. | BIBLIOGRAFÍA | | 180 |

LISTA DE TABLAS

Pág.

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Flujo luminoso inicial mínimo (Lúmenes) aceptable para las bombillas incandescentes..... | 36 |
| Tabla 2 Valores mínimos de eficacia lumínica en tubos fluorescentes..... | 37 |
| Tabla 3 Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12..... | 37 |
| Tabla 4 Valores mínimos de índice de reproducción cromática (CRI ó Ra)..... | 38 |
| Tabla 5 Máximo factor de cresta admitido para un balasto, según los tipos de bombilla..... | 40 |
| Tabla 6 Marcación de los balastos..... | 41 |
| Tabla 7 Mínimo factor de balasto exigido, para lámparas fluorescentes | 42 |
| Tabla 8 Índice UGR máximo y niveles de iluminancia (IX) exigibles para diferentes áreas y actividades | 48 |
| Tabla 9 Uniformidades y relación entre iluminancias de áreas circundantes inmediatas al área de tarea | 49 |
| Tabla 10 Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI)..... | 50 |
| Tabla 11 Inspección general del área o puesto de trabajo | 64 |
| Tabla 12 Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón | 65 |
| Tabla 13 Formato 3. Medición de la iluminancia en el puesto de trabajo | 66 |
| Tabla 14. Formato 4. Especificación de la instalación alumbrado | 67 |
| Tabla 15 Requisitos de marcación de las lámparas..... | 70 |
| Tabla 16 Potencia, Vida útil y Eficacia luminosa..... | 71 |
| Tabla 17 Resultados obtenidos salón de clase 1..... | 74 |
| Tabla 18 Resultados obtenidos salón de clase 2..... | 75 |
| Tabla 19 Resultados obtenidos salón de clase 3..... | 76 |
| Tabla 20 Resultados obtenidos salón de clase 4..... | 77 |
| Tabla 21 Resultados obtenidos salón de clase 5..... | 78 |
| Tabla 22 Resultados obtenidos salón de clase 6..... | 79 |
| Tabla 23 Resultados obtenidos salón de clase 7..... | 80 |
| Tabla 24 Resultados obtenidos salón de clase 8..... | 81 |
| Tabla 25 Resultados obtenidos salón de clase 9..... | 82 |
| Tabla 26 Resultados obtenidos salón de clase 10..... | 83 |
| Tabla 27 Resultados obtenidos salón de clase 11..... | 84 |
| Tabla 28 Resultados obtenidos salón de clase 12..... | 85 |
| Tabla 29 Resultados obtenidos salón de clase 13..... | 86 |
| Tabla 30 Resultados obtenidos salón de clase 14..... | 87 |
| Tabla 31 Resultados obtenidos salón de clase 15..... | 88 |
| Tabla 32 Resultados obtenidos salón de clase 16..... | 89 |
| Tabla 33 Resultados obtenidos salón de clase 17..... | 90 |
| Tabla 34 Resultados obtenidos salón de clase 18..... | 91 |
| Tabla 35 Resultados obtenidos salón de clase 19..... | 92 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 36 Resultados obtenidos salón de clase 20..... | 93 |
| Tabla 37 Resultados obtenidos salón de clase 21..... | 94 |
| Tabla 38 Resultados obtenidos baño mujeres sala de profesores salón 21 | 95 |
| Tabla 39 Resultados obtenidos baño hombres sala de profesores salón 21 | 96 |
| Tabla 40 Resultados obtenidos salón de clase 22..... | 97 |
| Tabla 41 Resultados obtenidos salón de clase 23..... | 98 |
| Tabla 42 Resultados obtenidos salón de clase 24..... | 99 |
| Tabla 43 Resultados obtenidos salón de clase 25..... | 100 |
| Tabla 44 Resultados obtenidos salón de clase 26..... | 101 |
| Tabla 45 Resultados obtenidos baño salón de clase 26..... | 102 |
| Tabla 46 Resultados obtenidos salón de clase 27 | 103 |
| Tabla 47 Resultados obtenidos baño salón de clase 27 | 104 |
| Tabla 48 Resultados obtenidos salón de clase 28..... | 105 |
| Tabla 49 Resultados obtenidos baño salón de clase 28..... | 106 |
| Tabla 50 Resultados obtenidos oficina de coordinación de convivencia social primer piso | 107 |
| Tabla 51 resultados obtenidos del baño de la oficina de coordinación de convivencia social primer piso | 108 |
| Tabla 52 Resultados obtenidos oficina de coordinación académica primer piso | 109 |
| Tabla 53 Resultados obtenidos del baño de la oficina de coordinación académica primer piso | 110 |
| Tabla 54 Resultados obtenidos oficina de psicología primer piso | 111 |
| Tabla 55 Resultados obtenidos portería primer piso..... | 112 |
| Tabla 56 Resultados obtenidos baño portería primer piso..... | 113 |
| Tabla 57 resultados obtenidos baño públicos. | 114 |
| Tabla 58 Resultados obtenidos baño segundo piso | 115 |
| Tabla 59 Resultados obtenidos oficina de pagaduría | 116 |
| Tabla 60 Resultados obtenidos de la oficina de rectoría | 117 |
| Tabla 61 Resultados obtenidos del baño de la oficina de secretaría | 118 |
| Tabla 62 Resultados obtenidos cocineta. | 119 |
| Tabla 63 Resultados obtenidos oficina de secretaria..... | 120 |
| Tabla 64 Resultados obtenidos oficina sala de juntas segundo piso | 121 |
| Tabla 65 Resultados obtenidos baño sala de juntas segundo piso | 122 |
| Tabla 66 Resultados obtenidos baño de profesores segundo piso..... | 123 |
| Tabla 67 Resultados obtenidos pasillo1 primer piso..... | 124 |
| Tabla 68 Resultados obtenidos pasillo 2 primer piso | 125 |
| Tabla 69 Resultados obtenidos pasillo 3 primer piso..... | 126 |
| Tabla 70 Resultados obtenidos pasillo 4 primer piso..... | 127 |
| Tabla 71 Resultados obtenidos pasillo 5 primer piso | 128 |
| Tabla 72 Resultados obtenidos pasillo 1 segundo piso | 129 |
| Tabla 73 Resultados obtenidos pasillo 2 segundo piso | 130 |
| Tabla 74 Resultados obtenidos pasillo 3 segundo piso | 131 |
| Tabla 75 Resultados obtenidos pasillo 4 segundo piso | 132 |
| Tabla 76 Resultados obtenidos pasillo 5 segundo piso | 133 |
| Tabla 77 Resultados obtenidos 6 segundo piso | 134 |

| | |
|---|---------|
| Tabla 78 Resultados obtenidos patio cubierto | 135 |
| Tabla 79 Resultados obtenidos auditorio | 136 |
| Tabla 80 Niveles de iluminancia promedio | 137 |
| Tabla 81 Índice de deslumbramiento unificado UGR | 140 |
| Tabla 82 Valor de eficiencia energética de la instalación | 142 |
| Tabla 83 Resultados del rediseño del salón de clase 1 segundo piso..... | ¡Error! |

Marcador no definido.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Dimensiones del casquillo de una bombilla en milímetros..... | 34 |
| Figura 2 Las aulas están sujetas a la misma necesidad de alumbrado que las oficinas..... | 55 |
| Figura 3 Iluminación adicional sobre el tablero..... | 55 |
| Figura 4 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas | 59 |
| Figura 5 Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria..... | 61 |
| Figura 6 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila..... | 62 |
| Figura 7 Diseño de los planos lumínico del primer piso..... | 68 |
| Figura 8 Diseño de los planos lumínico del segundo piso | 69 |
| Figura 9 Marcación de las lámparas | 71 |
| Figura 10. Balasto..... | 73 |
| Figura 11. luminarias fuera de servicios. | 73 |
| Figura 12 Simulación estado actual del salón de clase 1 | 74 |
| Figura 13 Distribución de las luminarias de salón de clase 1 | 74 |
| Figura 14 Simulación estado actual del salón de clase 2 | 75 |
| Figura 15 Distribución de las luminarias de salón de clase 1 | 75 |
| Figura 16 Simulación estado actual del salón de clase 3 | 76 |
| Figura 17 Distribución de las luminarias de salón de clase 3 | 76 |
| Figura 18 Simulación estado actual del salón de clase 4 | 77 |
| Figura 19 Distribución de las luminarias de salón de clase 4 | 77 |
| Figura 20 Simulación estado actual del salón de clase 5 | 78 |
| Figura 21 Distribución de las luminarias de salón de clase 5 | 78 |
| Figura 22 Simulación estado actual del salón de clase 6 | 79 |
| Figura 23 Distribución de las luminarias de salón de clase 6 | 79 |
| Figura 24 Simulación estado actual del salón de clase 7 | 80 |
| Figura 25 Distribución de las luminarias de salón de clase 7 | 80 |
| Figura 26 Simulación estado actual del salón de clase 8 | 81 |
| Figura 27 Distribución de las luminarias de salón de clase 8 | 81 |
| Figura 28 Simulación estado actual del salón de clase 9 | 82 |
| Figura 29 Distribución de las luminarias de salón de clase 9 | 82 |
| Figura 30 Simulación estado actual del salón de clase 10 | 83 |
| Figura 31 Distribución de las luminarias de salón de clase 10 | 83 |
| Figura 32 Simulación estado actual del salón de clase 11 | 84 |
| Figura 33 Distribución de las luminarias de salón de clase 11 | 84 |
| Figura 34 Simulación estado actual del salón de clase 12 | 85 |
| Figura 35 Distribución de las luminarias de salón de clase 12 | 85 |
| Figura 36 Simulación estado actual del salón de clase 13 | 86 |
| Figura 37 Distribución de las luminarias de salón de clase 13 | 86 |

| | |
|---|-----|
| Figura 38 Simulación estado actual del salón de clase 14 | 87 |
| Figura 39 Distribución de las luminarias de salón de clase 14 | 87 |
| Figura 40 Simulación estado actual del salón de clase 15 | 88 |
| Figura 41 Distribución de las luminarias de salón de clase 15 | 88 |
| Figura 42 Simulación estado actual del salón de clase 16 | 89 |
| Figura 43 Distribución de las luminarias de salón de clase 16 | 89 |
| Figura 44 Simulación estado actual del salón de clase 17 | 90 |
| Figura 45 Distribución de las luminarias de salón de clase 17 | 90 |
| Figura 46 Simulación estado actual del salón de clase 18 | 91 |
| Figura 47 Distribución de las luminarias de salón de clase 18 | 91 |
| Figura 48 Simulación estado actual del salón de clase 19 | 92 |
| Figura 49 Distribución de las luminarias de salón de clase 19 | 92 |
| Figura 50 Simulación estado actual del salón de clase 20 | 93 |
| Figura 51 Distribución de las luminarias de salón de clase 20 | 93 |
| Figura 52 Simulación estado actual del salón de clase 21 | 94 |
| Figura 53 Distribución de las luminarias de salón de clase 21 | 94 |
| Figura 54 Simulación estado actual baño mujeres sala de profesores 21 | 95 |
| Figura 55 Distribución de las luminarias baño mujeres sala de profesores salón 22 | 95 |
| Figura 56 Simulación estado actual baños de hombres sala de profesores salón 21 | 96 |
| Figura 57 Distribución de las luminarias baño de hombre sala de profesores salón 21 | 96 |
| Figura 58 Simulación estado actual del salón de clase 22 | 97 |
| Figura 59 Distribución de las luminarias de salón de clase 22 | 97 |
| Figura 60 Simulación estado actual del salón de clase 23 | 98 |
| Figura 61 Distribución de las luminarias de salón de clase 23 | 98 |
| Figura 62 Simulación estado actual del salón de clase 24 | 99 |
| Figura 63 Distribución de las luminarias de salón de clase 24 | 99 |
| Figura 64 Simulación estado actual del salón de clase 25 | 100 |
| Figura 65 Distribución de las luminarias de salón de clase 25 | 100 |
| Figura 66 Simulación estado actual del salón de clase 26 | 101 |
| Figura 67 Distribución de las luminarias de salón de clase 26 | 101 |
| Figura 68 Simulación estado actual baño salón de clase 26 | 102 |
| Figura 69 Distribución de las luminarias baño salón de clase 26 | 102 |
| Figura 70 Simulación estado actual del salón de clase 27 | 103 |
| Figura 71 Distribución de las luminarias de salón de clase 27 | 103 |
| Figura 72 Simulación estado actual baño salón de clase 27 | 104 |
| Figura 73 Distribución de las luminarias baño salón de clase 27 | 104 |
| Figura 74 Simulación estado actual del salón de clase 28 | 105 |
| Figura 75 Distribución de las luminarias de salón de clase 28 | 105 |
| Figura 76 Simulación estado actual baño salón de clase 28 | 106 |
| Figura 77 Distribución de las luminarias baño salón de clase 28 | 106 |
| Figura 78 Simulación estado actual de la oficina de coordinación de convivencia social..... | 107 |

| | |
|---|-----|
| Figura 79 Distribución de las luminarias oficina de coordinación de convivencia social primer piso | 107 |
| Figura 80 Simulación estado actual del baño de la oficina de coordinación de convivencia social | 108 |
| Figura 81 Distribución de las luminarias baño oficina de coordinación de convivencia social primer piso | 108 |
| Figura 82 Simulación estado actual de la oficina de coordinación académica primer piso. | 109 |
| Figura 83 Distribución de las luminarias oficina de coordinación académica social primer piso | 109 |
| Figura 84 Simulación estado actual del baño de la oficina de coordinación académica primer piso..... | 110 |
| Figura 85 Distribución de las luminarias baño oficina de coordinación académica primer piso | 110 |
| Figura 86 Simulación estado actual de la oficina de psicología primer piso. | 111 |
| Figura 87 Distribución de las luminarias oficina de primer psicología primer piso | 111 |
| Figura 88 Simulación estado actual de la portería primer piso. | 112 |
| Figura 89 Distribución de las luminarias portería social primer piso | 112 |
| Figura 90 Simulación estado actual baño portería primer piso. | 113 |
| Figura 91 Distribución de las luminarias baño portería primer piso | 113 |
| Figura 92 Simulación estado actual baños públicos. | 114 |
| Figura 93 Distribución de las luminarias baño público primer piso | 114 |
| Figura 94 simulación baño segundo piso..... | 115 |
| Figura 95 Distribución de las luminarias baño segundo piso | 115 |
| Figura 96 Simulación oficina de pagaduría segundo piso..... | 116 |
| Figura 97 Distribución de las luminarias oficina de pagaduría primer piso | 116 |
| Figura 98 Simulación oficina de rectoría..... | 117 |
| Figura 99 Distribución de las luminarias oficina de rectoría..... | 117 |
| Figura 100 Simulación baño de rectoría. | 118 |
| Figura 101 Distribución de las luminarias baño de la oficina de rectoría | 118 |
| Figura 102 Simulación de la cocineta | 119 |
| Figura 103 Distribución de las luminarias cocineta | 119 |
| Figura 104 Simulación oficina de secretaria. | 120 |
| Figura 105 Distribución de las luminarias oficina de secretaria | 120 |
| Figura 106 Simulación oficina sala de juntas segundo piso..... | 121 |
| Figura 107 Distribución de las luminarias oficina de sala de juntas segundo piso | 121 |
| Figura 108 Simulación baño sala de juntas segundo piso | 122 |
| Figura 109 Distribución de las luminarias baño sala de juntas segundo piso | 122 |
| Figura 110 Simulación baño de profesores segundo piso | 123 |
| Figura 111 Distribución de las luminarias baño de profesores segundo piso | 123 |
| Figura 112 Simulación pasillo 1 primer piso | 124 |
| Figura 113 Distribución de las luminarias pasillo 1 primer piso | 124 |
| Figura 114 Simulación pasillo 2 primer piso | 125 |

| | |
|--|-----|
| Figura 115 Distribución de las luminarias pasillo 2 primer piso | 125 |
| Figura 116 Simulación pasillo 3 primer piso | 126 |
| Figura 117 Distribución de las luminarias pasillo 3 primer piso | 126 |
| Figura 118 Simulación pasillo 4 primer piso | 127 |
| Figura 119 Distribución de las luminarias pasillo 4 primer piso | 127 |
| Figura 120 Simulación pasillo 5 primer piso | 128 |
| Figura 121 Distribución de las luminarias pasillo 5 primer piso | 128 |
| Figura 122 Simulación pasillo 1 segundo piso | 129 |
| Figura 123 Distribución de las luminarias pasillo 1segundo piso | 129 |
| Figura 124 Simulación obtenida pasillo 2 segundo piso | 130 |
| Figura 125 Distribución de las luminarias pasillo 2 segundo piso | 130 |
| Figura 126 Simulación obtenida pasillo 3 segundo piso | 131 |
| Figura 127 Distribución de las luminarias pasillo 3 segundo piso | 131 |
| Figura 128 Simulación obtenida pasillo 4 segundo piso | 132 |
| Figura 129 Distribución de las luminarias pasillo 4 segundo piso | 132 |
| Figura 130 Simulación pasillo 5 segundo piso | 133 |
| Figura 131 Distribución de las luminarias pasillo 5 segundo piso | 133 |
| Figura 132 Simulación pasillo 6 segundo piso | 134 |
| Figura 133 Distribución de las luminarias pasillo 6 segundo piso | 134 |
| Figura 134 Simulación patio cubierto | 135 |
| Figura 135 Distribución de las luminarias patio cubierto | 135 |
| Figura 136 simulación auditorio | 136 |
| Figura 137 Distribución de las luminarias auditoria..... | 136 |
| Figura 138 Eprom de los salones segundo piso | 144 |
| Figura 139 Eprom de los salones primer piso..... | 145 |
| Figura 140 Eprom oficinas primer y segundo piso | 145 |
| Figura 141 Eprom de baños primer y segundo piso | 146 |
| Figura 142 Eprom de pasillos primer y segundo piso | 146 |
| Figura 143 Valor de Eficiencia Energética la Instalación de los salones segundo piso | 147 |
| Figura 144 Valor de Eficiencia Energética la Instalación de los salones primer piso | 147 |
| Figura 145 Valor de Eficiencia Energética la Instalación de los baños primer y segundo piso..... | 148 |
| Figura 146 Valor de Eficiencia Energética la Instalación de oficina primer y segundo piso..... | 148 |
| Figura 147 Valor de Eficiencia Energética la Instalación de Pasillos primer y segundo piso..... | 149 |
| Figura 148 Plano estructuras del colegio la inmaculada primer piso. | 150 |
| Figura 149 Plano estructuras del colegio la inmaculada segundo piso..... | 150 |
| Figura 150 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 2 segundo piso | 151 |
| Figura 151 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 5 segundo piso | 152 |
| Figura 152 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 5 segundo piso | 153 |
| Figura 153 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 7 segundo piso | 154 |
| Figura 154 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 8 segundo piso | 155 |

| | |
|---|-----|
| Figura 155 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 9 segundo piso | 156 |
| Figura 156 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 10 segundo piso | 157 |
| Figura 157 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 11 segundo piso | 158 |
| Figura 158 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 12 segundo piso | 159 |
| Figura 159 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 13 segundo piso | 160 |
| Figura 160 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 15 primer piso | 161 |
| Figura 161 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 16 primer piso | 162 |
| Figura 162 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 18 primer piso | 163 |
| Figura 163 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 23 primer piso | 164 |
| Figura 164 Simulación obtenida del rediseño de coordinación de convivencia social primer piso | 165 |
| Figura 165 Simulación obtenida del rediseño de la oficina de psicología primer piso | 166 |
| Figura 166 Simulación obtenida del rediseño de portería primer piso | 167 |
| Figura 167 Simulación obtenida del rediseño de la oficina de pagaduría segundo piso | 168 |
| Figura 168 Simulación obtenida del rediseño de la oficina de rectoría segundo piso | 169 |
| Figura 169 Simulación obtenida del rediseño cocineta segundo piso | 170 |
| Figura 170 Simulación obtenida del rediseño de la oficina de secretaria | 171 |
| Figura 171 Simulación obtenida del rediseño de la oficina de juntas segundo piso | 172 |
| Figura 172 Iluminancia Promedio de salones Primer y segundo piso | 176 |
| Figura 173 Iluminancia promedio de oficinas segundo piso | 176 |
| Figura 174 Eficiencia Energéticas salones primer y segundo piso | 177 |
| Figura 175 Eficiencia Energéticas oficinas segundo piso | 177 |

RESUMEN

En este proyecto de grado, se realizó una inspección lumínica en el plantel educativo La Inmaculada, con el fin de determinar si los niveles de iluminación registrados son los adecuados para realizar actividades de aprendizaje y no poner en riesgo la vida de las personas que allí cumplen dicha actividad diariamente. En Colombia existen reglamentos que rigen la construcción y el funcionamiento de las instalaciones eléctricas y lumínicas en función de la seguridad, la confiabilidad y los niveles de iluminación adecuados para las actividades visuales. Dicho reglamento es el RETILAP.

En el desarrollo de la inspección lumínica se dio comienzo con la toma de medidas para la realización del plano estructural, ya que la institución no contaba con esta herramienta, se elaboró el diseño arquitectónico y lumínico en cada una de las áreas del establecimiento en el estado actual del sistema de iluminación y continuo a esto se detectó las irregularidades que se presentan en cada una de ellas para así proceder con el rediseño adecuado, teniendo en cuenta los parámetros exigidos por el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP establecidas por el MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA.

INTRODUCCIÓN

Un sistema de iluminación tiene la capacidad de proporcionar un sitio de trabajo eficiente y seguro pero también puede llegar a afectar la manera en que el ser humano realiza sus actividades o se desenvuelve en un área. En este sentido, la iluminación puede actuar como un factor positivo, favoreciendo el desempeño de las personas, o puede influir negativamente provocando poca productividad, bajo rendimiento y fatiga visual. En Colombia existen reglamentos que rigen la construcción y el funcionamiento de las instalaciones eléctricas y lumínicas en función de la seguridad, la confiabilidad y los niveles de iluminación adecuados para las actividades visuales. Dicho reglamento es el RETILAP.

La Institución Educativa La Inmaculada de Pereira, es una establecimiento que brinda educación formal en los niveles de Preescolar, Básica (Ciclos Primaria y Secundaria) y Media Técnica, especialidad Administración y articulados con el programa de Documentación y Registros de Operaciones Contables del SENA. Por esta razón debe garantizar que sus estudiantes tengan una educación en forma satisfactoria, lo cual implica que sus infraestructuras estén bien adecuadas.

A pesar de que la institución lleva muchos años en funcionamiento, sus instalaciones eléctricas son buenas a plena vista, ya que se han hecho mejoras en dichas instalaciones. Sin embargo se hace necesario una inspección para garantizar un buen rendimiento académico y facilitar el aprendizaje y la enseñanza en la institución de una forma significativa.

Los objetivos a desarrollar en este trabajo son:

- Realizar el dictamen de inspección y verificación de la iluminación interior según el RETILAP para las instalaciones eléctricas de iluminación del plantel educativo.
- Elaborar el diseño de los planos para tener una clara visión de las redes de iluminación por medio de AutoCAD.
- Determinar la cantidad y la ubicación de las luminarias que son necesarias para garantizar los niveles óptimos de iluminación a través de su simulación en el software DIALux.
- Desarrollar una propuesta de rediseño de las instalaciones eléctricas de iluminación del plantel educativo de acuerdo con el RETILAP, en caso tal que el sistema de iluminación no apruebe el dictamen de inspección del RETILAP.

En este proyecto de grado, se realizará una inspección de las instalaciones de iluminación en el plantel educativo La Inmaculada, ya que esta puede presentar deficiencias debido a que se desconoce si cumple con los requisitos establecidos por el RETILAP, puesto que este reglamento entró en vigencia recientemente, y muchas instalaciones pueden no cumplir con todas las normas establecidas y por consiguiente arriesgan la salud física de las personas que se reúnen en estos establecimientos.

Para saber realmente como se encuentra el sistema de iluminación, se realizará una simulación por medio del software DIALux, con el fin de determinar la cantidad de luminarias que son necesarias para garantizar los niveles óptimos de iluminación en cada una de las áreas del plantel.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar la inspección lumínica del plantel educativo La Inmaculada de la ciudad de Pereira con base a los lineamientos contenidos en el RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el dictamen de inspección y verificación de la iluminación interior según el RETILAP para las instalaciones de iluminación del plantel educativo.
- Elaborar el diseño de los planos para tener una clara visión de las redes de iluminación por medio de AutoCAD.
- Determinar la cantidad y la ubicación de las luminarias que son necesarias para garantizar los niveles óptimos de iluminación a través de su simulación en el software DIALux.
- Desarrollar una propuesta de rediseño de las instalaciones eléctricas de iluminación del plantel educativo de acuerdo con el RETILAP, en caso tal que el sistema de iluminación no apruebe el dictamen de inspección del RETILAP.

1. CONCEPTOS BASICOS

1.1 ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.

En la historia de la civilización, la evolución del concepto de iluminación artificial juega un papel muy importante, que originalmente obedece a la necesidad de cambiar el ritmo impuesto por la naturaleza, para llegar a prolongar el tiempo en que se puede llevar a cabo cierto tipo de actividades que la oscuridad impide realizar. También responde a la búsqueda de una sensación de seguridad, tanto dentro de una habitación como afuera, en la calle, haciendo posible percibir objetos y personas que se acercan en la penumbra, mientras que contribuye a ambientar el espacio interno para que se acople a las necesidades de sus moradores.

Desde el descubrimiento del fuego, con el que el ser humano primitivo pudo ahuyentar a los animales salvajes, mitigar el frío y cocinar sus alimentos, la posibilidad de refugiarse en una oscura cueva también le permitió dar los primeros pasos en el arte, por medio de las pinturas rupestres. Antorchas, lámparas de aceite, velas de cera, el quinqué industrial que al principio usaba aceite de ballena en el depósito de combustible, la lámpara de queroseno y el alumbrado de gas, fueron todos precursores de la invención de la luz eléctrica por Thomas Alva Edison en 1879, que tantos beneficios le ha aportado a la humanidad.

Las funciones del espacio son el punto de partida de la planificación, ya que no es lo mismo iluminar un aula escolar que una terraza alrededor de una piscina; así como los requerimientos lumínicos de una fábrica son distintos a los de un bar o una discoteca. (1)

1.2 MÉTODO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.

La forma de colocar los focos luminosos nos permitirá distinguir los siguientes grupos:

- **En una iluminación general:** Proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercio, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.
- **El alumbrado general localizado:** Proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra en las áreas de trabajo.
- **El alumbrado general y mixto:** Se entiende que aquel que tiene una iluminación general exige en algunos puntos otra localización reforzando así el efecto de la primera. Su uso es muy común en tiendas, bancos, hoteles, etc.

- **El alumbrado localizado:** Cuando se necesita una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían lámparas de escritorio. (1)

1.3 ILUMINACIÓN.

Según la reglamentación nacional RETILAP en todo proyecto de iluminación, se deben tener en cuenta las condiciones físicas, ambientales y arquitectónicas del sitio o espacio a iluminar, es por eso que para un buen diseño se debe seguir los siguientes parámetros:

- **Conceptos de diseño:** Diferentes características cualitativas de la luz definiendo el nivel y grado deseable para la diferenciación espacial, tomando en cuenta las intenciones del usuario a nivel interior y exterior.
- **Análisis y escogencia de la luminaria:** De acuerdo al espacio que se desea iluminar, buscamos las luminarias y proveedores adecuados que cumplan con características como luminarias de sobreponer, descolgar o empotrar; los lúmenes, luz cálida o luz fría; luz general o puntual, si es para iluminación interior o exterior, el IP, vida útil, entre otras.
- **Cálculos lumínicos:** Mediante los cálculos, la evaluación fotométrica y las especificaciones de los elementos a usar que satisfagan los requisitos técnicos y estéticos del proyecto, se construirá el soporte para su futuro mantenimiento. Además se hace una definición del esquema del montaje, en donde se tienen en cuenta los aspectos de obra y requerimientos necesarios para la puesta en escena de los elementos diseñados donde se suministrarán planos técnicos de la propuesta, especificaciones técnicas de las luminarias e imágenes de apoyo simulando la iluminación.
- **Plan de mantenimiento:** Complementa los tiempos de limpieza y cambios de lámparas así como una breve descripción de la programación y costos de reposición de los componentes eléctricos para su planeación futura, garantizando la iluminancia mínima indicada y el correcto funcionamiento de los equipos para mantener la calidad del proyecto (3).

1.4 REQUISITOS GENERALES DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN SEGÚN EL RETILAP.

1.4.1 Requerimientos de iluminación.

En todo sitio de trabajo en donde se desarrollen actividades, se deben de tener en cuenta las normas establecidas por el RETILAP, en que se encuentran los niveles óptimos de iluminación requeridos en la tarea a desarrollar, las condiciones visuales de quien las desarrolla, el tiempo de permanencia y los fines específicos que se pretendan con la iluminación. Sin omitir los aportes de luz de otras fuentes distintas.

En todo proyecto de iluminación o alumbrado público se debe estructurar un plan de mantenimiento del sistema que garantice atender los requerimientos de iluminación durante la vida útil del proyecto.

1.5 GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN.

La luz es un componente esencial en cualquier medio ambiente, hace posible la visión del entorno y además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, el estado de ánimo y la motivación de las personas.

El diseño de iluminación debe comprender la naturaleza física, fisiológica y psicológica de esas interacciones y además, conocer y manejar los métodos y la tecnología para producirlas, pero fundamentalmente demanda, competencia, creatividad e intuición para utilizarlas.

El diseño de iluminación debe definirse como la búsqueda de soluciones que permitan optimizar la relación visual entre el usuario y su medio ambiente. Esto implica tener en cuenta diversas disciplinas y áreas del conocimiento.

La solución a una demanda específica de iluminación debe ser resuelta en un marco interdisciplinario, atendiendo los diversos aspectos interrelacionados y la integración de enfoques, metodologías, técnicas y resultados. La iluminación puede ser proporcionada mediante luz natural, luz artificial, en lo posible se debe buscar una combinación de ellas que conlleven al uso racional y eficiente de la energía.

1.6 ILUMINACIÓN EFICIENTE.

Un sistema de iluminación eficiente es aquel que, además de satisfacer necesidades visuales y crear ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios disfrutar de atmósferas agradables, empleando apropiadamente los recursos tecnológicos y evaluando todos los costos razonables que se incurren en la instalación, operación y mantenimiento del proyecto de iluminación.

Los sistemas de iluminación deben ser eficientes y adecuados, por cual deben contemplar los siguientes requisitos:

- a) En todo diseño se deben buscar obtener las mejores condiciones de iluminación usando fuentes luminosas de la mayor eficacia disponible, conjuntos eléctricos de alta eficiencia y luminarias con la fotometría más favorable en términos de factor de utilización.

- b) En los proyectos nuevos o remodelaciones de sistemas de iluminación de avenidas, grandes áreas o parques deportivos, donde se tienen altos consumos de energía, se debe considerar la posibilidad de reducir los consumos en las horas de baja circulación de personas o vehículos, mediante la instalación de tecnologías o prácticas apropiadas de control.
- c) En zonas donde se instale alumbrado con bombillas que no permitan cambios de tensión como método de reducción de potencia, tales como las de halogenuros metálicos, se deben prever los circuitos eléctricos necesarios o los fotocontroles temporizados, para controlar el encendido de las bombillas.

1.6.1 Diseño detallado.

El diseño detallado es obligatorio para alumbrado público, iluminación industrial, iluminación comercial con espacios de mayores a 500 m² y en general en los lugares donde se tengan más de 10 puestos de trabajo, o lugares con alta concentración de personas (100 o más).

Todo diseño detallado debe cumplir con los siguientes aspectos específicos del proyecto, tales como:

- a) La selección de las luminarias.
- b) El diseño geométrico y sistemas de montaje.
- c) Los sistemas de alimentación, comando y control eléctricos.
- d) La instalación del alumbrado de emergencia y seguridad, cuando se requiera.
- e) Análisis económico y presupuesto del proyecto

En esta etapa el diseñador debe presentar mínimo la siguiente documentación técnica:

- Planos de montaje y distribución de luminarias.
- Memorias descriptivas y de cálculos fotométricos.
- Cálculos eléctricos.
- Una propuesta de esquema funcional de la instalación para propiciar el uso racional de la energía.
- El esquema y programa de mantenimiento.
- Las especificaciones de los equipos recomendados.

1.7 USO RACIONAL DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN.

Todos los proyectos de iluminación y alumbrado público deben incorporar y aplicar conceptos de uso racional y eficiente de energía. A continuación se da una serie de buenas prácticas para conseguir una iluminación eficiente, haciendo uso racional de la energía:

1.7.1 Sector residencial.

Para el sector residencial es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para garantizar una iluminación eficiente:

- a) Aprovechar al máximo la luz natural.
- b) Usar Colores claros en paredes y techos permite aprovechar al máximo la luz natural y reducir el nivel de iluminación artificial.
- c) No dejar encendidas fuentes luminosas que no se estén utilizando.
- d) Limpiar periódicamente las bombillas y luminarias permite aumentar la luminosidad sin aumentar la potencia.
- e) Adaptar la iluminación a las necesidades, prefiriendo la iluminación localizada, además de ahorrar energía permite conseguir ambientes más confortables.
- f) Colocar reguladores de intensidad luminosa de tipo electrónico.
- g) Colocar detectores de presencia o interruptores temporizados en zonas comunes (vestíbulos, garajes, etc.), de forma que las fuentes luminosas se apaguen y enciendan automáticamente.

1.7.2 Sector comercial e industrial.

Para el sector comercial e industrial es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para garantizar una iluminación eficiente:

- a) Aprovechar al máximo la luz natural mediante la instalación de foto sensores que regulen la iluminación artificial en función de la cantidad de luz natural, o independizando los circuitos de las lámparas próximas a las ventanas o claraboyas.
- b) Establecer circuitos independientes de iluminación para zonificar la instalación en función de sus usos y diferentes horarios.
- c) Usar sistemas de control centralizado en grandes instalaciones permiten ahorrar energía mediante la adecuada gestión de la energía demandada y consumida, además de efectuar un registro y control sobre los eventos que afectan la calidad del servicio.
- d) Instalar detectores de presencia temporizados en los lugares menos frecuentados (pasillos, servicios, almacenes, etc.).
- e) Instalar controles de iluminación automáticos que apaguen o enciendan las luces en determinados horarios, son una fuente de ahorro importante.
- f) Elegir siempre las fuentes de luz con mayor eficacia energética en función de las necesidades de iluminación.
- g) Emplear balastos electrónicos, ahorran energía, alargan la vida de las bombillas y consiguen una iluminación más agradable y confortable.
- h) Realizar un mantenimiento programado de la instalación, limpiando fuentes de luz y luminarias y reemplazando las bombillas en función de la vida útil indicada por los fabricantes.

1.8 LA ILUMINACIÓN EN EL ANÁLISIS DE RIESGOS.

Todo proyecto de iluminación debe estar acompañado de un análisis de riesgos que en materia de iluminación se pueden minimizar o eliminar. La iluminación de los espacios públicos, puestos de trabajo en edificaciones de industria y comercio y de edificaciones residenciales debe considerar el análisis de los posibles riesgos que se mitigan con un adecuado proyecto. En el análisis se deben considerar todos los aspectos de la iluminación relacionados con la salud y seguridad de las personas, el medio ambiente y la vida animal y vegetal, en este sentido debe considerarse los requerimientos de iluminación de emergencia, en caso de falla en las instalaciones de alumbrado normal o del suministro de energía.

Una iluminación inadecuada, por exceso o defecto, puede llevar a patologías asociadas como dolores de cabeza, irritación de los ojos, trastornos músculo-esquelético, debido a posiciones constantes y generalmente inadecuadas, asociadas a la utilización rápida y repetitiva de ciertos grupos musculares, que se traducen en cansancio muscular que lleva a malas posturas con alteraciones dolorosas de columna vertebral, principalmente en la región cervical y lumbar.

El cansancio visual por variaciones en la acomodación del ojo puede llevar a la presentación de mareos, originados por el efecto cebra y el efecto parpadeo.

El efecto cebra se produce por la aparición sucesiva de zonas claras y oscuras ante el conductor que puede llegar a sentir una sensación de molestia e incluso mareo debido a una baja uniformidad de las luminancias.

El efecto de parpadeo o flicker, se produce por cambios periódicos de los niveles de luminancia en el campo de visión, según unas frecuencias críticas, entre 2,5 y 15 ciclos/segundo, que provocan incomodidad y mareos.

Utilizar fuentes de iluminación con un color de luz no apropiado para la actividad que se desarrolla en sitios con iluminación artificial, puede producir Discromatopsias, que son alteraciones que implican trastornos en la discriminación de colores.

La inadecuada disposición física de los equipos de iluminación puede llevar a que se presenten deslumbramientos perturbadores o molestos, debido a la luz que emiten directamente las fuentes luminosas o reflejadas; por ello el deslumbramiento es un factor importante a considerar en el análisis de riesgos.

Por tales razones la evaluación de las condiciones bajo las cuales se desplazan los peatones y los vehículos en los espacios públicos y las condiciones de los puestos de trabajo, donde se llevan a cabo labores industriales, comerciales, educativas o se realizan actividades recreativas o del hogar, deben considerar los

siguientes aspectos, para minimizar el riesgo de inseguridad, accidentalidad y deterioro de la salud visual:

- a) Niveles adecuados de iluminación, dependiendo del lugar, actividad y edad de las personas que van a utilizar dicho alumbrado.
- b) Uniformidad de los niveles de iluminación.
- c) Control del deslumbramiento,
- d) Temperatura de color de las fuentes luminosas y su índice de reproducción del color, dependiendo de la actividad que se desarrolla en el sitio iluminado.
- e) Temperatura asociada a la operación de las luminarias y sitios de montaje.
- f) Condiciones de localización para la operación y el mantenimiento.

En el análisis de riesgos se debe considerar el rendimiento visual, que es el término usado para describir la velocidad con la que funciona el ojo, así como la precisión con la cual se puede llevar a cabo una tarea visual. El valor del rendimiento visual para la percepción de un objeto se incrementa hasta cierto nivel al incrementar la iluminancia o la luminancia del local. Otros factores que influyen sobre el rendimiento visual son el tamaño de la tarea visual y su distancia al observador, así como los contrastes de color y luminancia.

El análisis de riesgo en iluminación de interiores debe ser anexado al diseño y debe contemplar recomendaciones que debe conocer y atender el usuario.

1.9 REQUISITOS GENERALES DE LOS PRODUCTOS DE ILUMINACIÓN O ALUMBRADO PÚBLICO.

1.9.1 Fuentes luminosas eléctricas.

Las fuentes luminosas (lámparas o bombillas) requieren para demostrar la conformidad con el presente reglamento un certificado de conformidad de producto, expedido por un organismo acreditado, que esté soportado de los protocolos de los siguientes ensayos, realizados en un laboratorio acreditado o reconocido de acuerdo con las normas vigentes.

- a) Ensayo de encendido de la bombilla, en el caso de las bombillas de descarga en gas que requieren arrancador.
- b) Tiempo de estabilización.
- c) Envejecimiento.
- d) Características eléctricas de la bombilla.
- e) Medición de flujo luminoso.
- f) Ensayo de tensión de extinción, en el caso de las bombillas de descarga en gas.
- g) Ensayos de torsión.

1.9.2 Bombillas incandescentes.

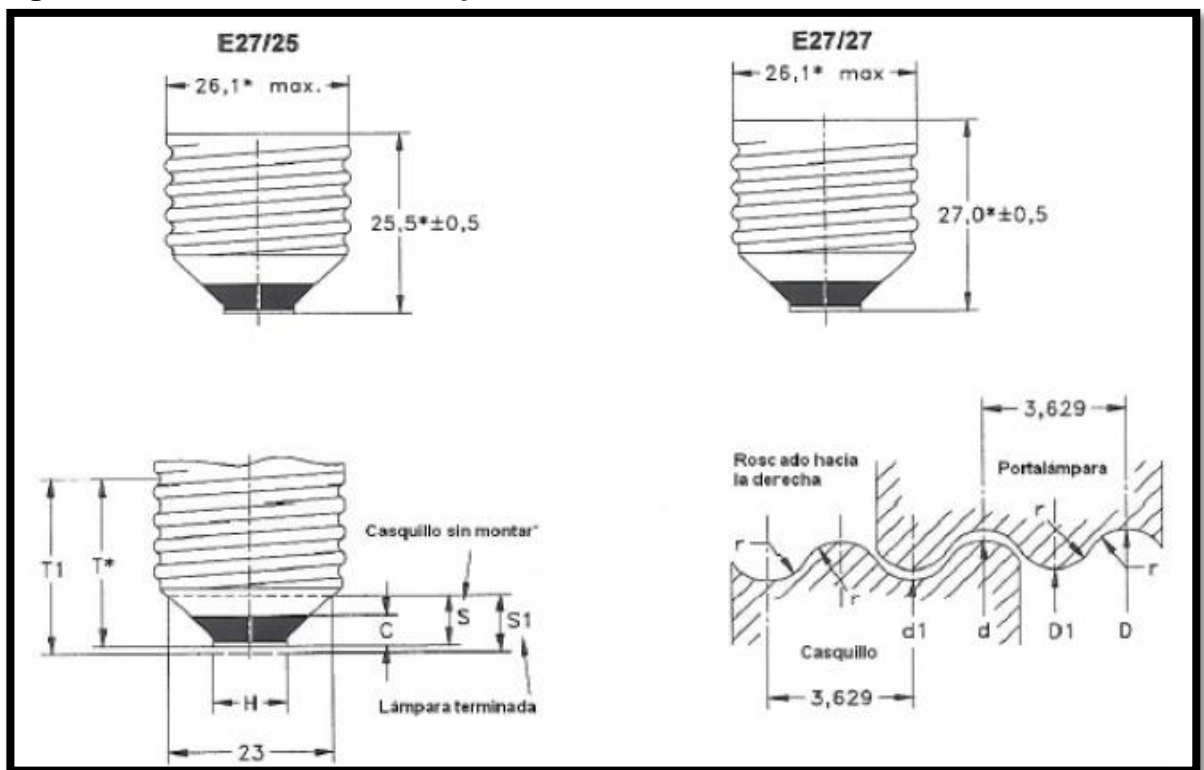
Una bombilla incandescente es un dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, en concreto de wolframio, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica. Con la tecnología existente, actualmente se consideran poco eficientes ya que el 85% de la electricidad que consume la transforma en calor y solo el 15% restante en luz.

1.9.2.1 Requisitos de producto.

Para los efectos del presente Reglamento Técnico, las bombillas incandescentes y sus casquillos deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) El casquillo de la bombilla o lámpara para instalaciones domésticas o similares fijas deben ser del tipo E 27 y tener las dimensiones con las tolerancias indicadas establecidas en la Norma IEC 60061-1, tal como aparece en la Figura 1.

Figura 1 Dimensiones del casquillo de una bombilla en milímetros.



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

Dónde:

En el casquillo no ensamblado se deben comprobar las siguientes dimensiones:

- H debe estar entre 4,8 y 11,5 mm
- r debe ser 1,025 mm

Para la bombilla terminada se deben comprobar en el casquillo las siguientes dimensiones:

- d no debe ser menor que 26,05 ni mayor que 26,45 mm
- T1 debe ser mínimo de 22 mm
- S1 debe estar entre 7,0 y 8,5 mm

Las bombillas para usos distintos a la iluminación domiciliaria o similar podrán utilizar casquillos diferentes al E27.

Para bombillas incandescentes o fluorescentes compactas de aplicaciones especiales con casquillo diferente al E27, o no roscables, deberán cumplir los demás requisitos que les apliquen.

- El casquillo y el contacto central de la bombilla y las demás partes conductoras de corriente, deben ser de un material no ferroso o de material conductor resistente a la corrosión.
- El casquillo no debe desprenderse del bulbo al aplicar un momento de torsión menor o igual a 3 N-m.

Lo anterior se debe cumplir al inicio y al final del ensayo de su vida nominal. Se efectúa colocando la bombilla en un adaptador sujeto a una máquina o dispositivo medidor de torsión, de tal manera, que se pueda sujetar el bulbo para hacerlo girar lentamente hasta alcanzar como mínimo el valor de 3 N-m para el casquillo E27.

- Flujo luminoso y eficacia lumínica de bombillas incandescentes: Cada bombilla incandescente, según su potencia y tensión debe certificar el flujo luminoso mínimo garantizado en su vida media

Cada bombilla, según su potencia y tensión debe certificar un flujo luminoso mínimo, garantizar un flujo luminoso nominal alto establecido en la tabla 1. Adaptado de la Norma NTC 5103, donde se establece el flujo luminoso inicial mínimo aceptable para las bombillas incandescentes.

Tabla 1 Flujo luminoso inicial mínimo (Lúmenes) aceptable para las bombillas incandescentes.

| Potencia/tensión | 25w | 40w | 60w | 75w | 100w | 150w | 200w |
|------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 120v | 246 | 460 | 772 | 1.000 | 1.451 | 2.251 | 3.153 |
| 120v | 244 | 456 | 762 | 977 | 1.442 | 2.232 | 3.106 |
| 120v | 233 | 437 | 725 | 921 | 1.395 | 2.139 | 3.013 |
| 120v | 214 | 391 | 670 | 846 | 1.265 | 2.027 | 2.920 |
| 120v | 214 | 386 | 665 | 828 | 1.256 | 2.027 | 2.874 |
| 120v | 209 | 381 | 651 | 809 | 1.237 | 1.990 | 2.781 |

b) Marcación: Sobre el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones:

- Marca registrada o razón social del fabricante.
- Tensión nominal en voltios (V).
- Potencia nominal en vatios (W).

c) Empaque: En el empaque debe informarse, además de lo anterior:

- El valor del flujo luminoso en lúmenes.
- La vida útil nominal en horas.

1.9.3 Lámparas de mercurio baja presión (fluorescentes con balasto independiente).

Los requisitos del presente numeral aplican a:

- Lámparas tipo tubo fluorescente de precalentamiento (Preheat)
- Lámparas tipo tubo fluorescente de encendido instantáneo (Slim line)
- Lámparas tipo tubo fluorescente de encendido rápido (Rapid start)

1.9.3.1 Requisitos de producto.

a) Eficacia lumínica. De acuerdo con las políticas URE los tubos fluorescentes comercializados para su uso en el país deben tener eficacias iguales o superiores a las establecidas en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2 Valores mínimos de eficacia lumínica en tubos fluorescentes.

| Tipo | Potencia (w) | Eficiencia Luminosa (lm/W)(*) | Tipo | POTENCIA (W) | Eficiencia Luminosa (lm/W)(*) |
|----------------------------|--------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|-------------------------------|
| T8 (26 mm de diámetro) | 14 a 25 | 68 | T5 (16 mm de diámetro) | 14 a 25 | 80 |
| | 26 a 30 | 72 | | 26 a 30 | 83 |
| | 31 a 40 | 78 | | 31 a 40 | 85 |
| | 41 a 50 | 79 | | 41 a 50 | 87 |
| | >de 50 | 85 | | >de 50 | 90 |

Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

En la aplicación del uso racional de energía (URE), las lámparas tipo tubo fluorescente T12 están siendo descontinuadas y reemplazadas por lámparas tipo tubo fluorescente T8 y T5 que cuentan con tecnologías más eficaces y usan menor cantidad de mercurio, las lámpara T12 que se utilicen no podrán tener eficacias inferiores a las mostradas en la tabla 3.

Tabla 3 Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12.

| Tipo | Potencia | Eficiencia Luminosa |
|----------------------------|----------|---------------------|
| T12 (36 mm de diámetro) | 14 a 25 | 68 |
| | 26 a 30 | 72 |

Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

Es importante aclarar que la eficacia final de un sistema de iluminación realizado con bombillas tubulares fluorescentes está determinada no sólo por la eficacia de la bombilla, sino por la operación en conjunto con el balasto utilizado dadas las pérdidas que ellos tienen.

- b)** El Índice de Reproducción Cromática (**Ra**) para las bombillas tubulares fluorescentes deberán cumplir como mínimo con los valores establecidos en la Tabla 4.

Tabla 4 Valores mínimos de índice de reproducción cromática (CRI ó Ra)

| Potencia de lámpara | Potencia nominal de la lámpara | Ra mínimo en % |
|--|--------------------------------|----------------|
| Tubo doble contacto, longitud 1.2 m | >35w ≤ 35w | 69 45 |
| Tubo en U, longitud 0.6 m | >35w ≤ 35w | 69 45 |
| Tubo encendido instantáneo, longitud 2.4 m | 65 ≤ 65w | 69 45 |
| Tubo de alta salida luminosa, longitud 2.4 m | 100w ≤ 100w | 69 45 |

Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

- c) La vida útil para bombillas o tubos fluorescentes no debe ser menor a **10.000 horas**. Los fabricantes deberán especificar las condiciones de ciclos de encendido y tipo de balasto a usar bajo las cuales garantizan la vida útil de su producto.
- d) **Marcación.** Sobre el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones:
- Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.
 - Apariencia o Temperatura del color.
 - Índice de Rendimiento del Color (IRC)
 - Potencia nominal en vatios (W).
 - Flujo luminoso (lm)
- e) **Empaque.** Las bombillas fluorescentes deben informar en su empaque los siguientes parámetros, los cuales deben haber sido verificados en el proceso de certificación.
- Potencia nominal (**W**),
 - Especificación del casquillo.
 - Diámetro del bulbo.
 - Correlación de la temperatura del color (**K**).
 - Índice del rendimiento del color. (Ra)
 - Flujo luminoso (**lm**).
 - Vida útil (horas).

1.9.4 Bombillas de halogenuros metálicos.

- a) La vida promedio para bombillas de halogenuros metálicos no podrá ser menor a 12.000 horas
- b) La eficacia de bombillas de halogenuros metálicos no podrá ser menor de 72 lm/W
- c) **Empaque.** En el empaque deberá aparecer la información de los siguientes parámetros, los cuales deben haber sido verificados en el proceso de certificación.
 - Potencia nominal (W).
 - Tipo del casquillo.
 - Forma del bulbo
 - Correlación de la temperatura del color (K).
 - Índice del rendimiento del color.
 - Acabado del bulbo
 - Flujo luminoso, posición hacia arriba (base down (lm)
 - Flujo luminoso, posición hacia abajo (base up) (lm).
 - Vida promedio (horas).
- d) **Marcación** Sobre el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones:
 - Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.
 - Potencia nominal en vatios (W).
 - Referencia de fabricación.
 - Temperatura del color.
 - Flujo luminoso (lm)

1.10 LUMINARIAS Y PROYECTORES.

1.10.1 Luminarias.

Todas las luminarias para uso en alumbrado público e iluminación en general deberán cumplir con los siguientes requisitos y demostrarlos mediante certificado de conformidad de producto.

1.10.2 Marcación

Las luminarias deberán ir marcadas en forma directa sobre el cuerpo o en una placa metálica exterior de fácil visualización. La marcación debe ser en impreso indeleble o marcación láser e incluir la siguiente información, de acuerdo con lo señalado en la norma NTC 2230 o normas internacionales o de reconocimiento internacional equivalentes.

| | | |
|-----------------------|---------------------------|------|
| Marca de fábrica | Mes y año de fabricación. | |
| Potencia | Conjunto óptico | IP = |
| Modelo y referencia | Conjunto eléctrico | IP = |
| Tensiones de conexión | Refractor ó cubierta | IK = |
| Tipo de bombilla | Otras partes | IK = |

1.11 BALASTOS.

Los balastos deben cumplir los siguientes requisitos y demostrarlo mediante certificado de producto.

- Los balastos pueden ser electromagnéticos o electrónicos.
- El Factor de cresta⁷ debe medirse, analizando la corriente de la bombilla y su valor deberá ser inferior
- igual a los definidos en la Tabla 5.

Tabla 5 Máximo factor de cresta admitido para un balasto, según los tipos de bombilla.

| Potencia de bombilla | Factor de cresta máximo |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Fluorescentes | 1,7 |
| Fluorescentes Slim line | 1,85 |
| Vapor de mercurio de alta presión | 1,8 |
| Vapor de sodio baja presión | 1,6 |
| Vapor de halogenuros metálicos | 1,8 |
| Vapor de sodio alta presión | 1,8 |

Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

1.11.1 Marcación

Los balastos deben tener un rotulado legible y durable de identificación, con la siguiente información de la tabla 6.

Tabla 6 Marcación de los balastos.

| Potencia nominal W | Diagrama de conexiones |
|-------------------------|---|
| Tensiones de conexión V | Temperatura nominal máxima del bobinado (W) |
| Corriente de entrada A | Marca de fabricación |
| Tipo de balasto | Modelo y referencia |
| Tensión de bombilla V | Mes y año de fabricación |

Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

1.11.2 Balastos electrónicos.

Los balastos electrónicos en comparación con los electromagnéticos presentan ventajas como:

- Menores pérdidas.
- Pueden aumentar la vida útil de la lámpara.
- Poseen encendido instantáneo.
- Presentan un alto factor de potencia y filtros de entrada que limitan y mantienen el nivel de armónicos.

Los balastos electrónicos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a) El factor de cresta no debe ser mayor al estipulado en la Tabla 5.
- b) El factor de balasto debe ser mayor o igual al estipulado en la Tabla 7.
- c) La contaminación por distorsión armónica total de corriente no debe ser mayor al 32% ($THD \leq 32\%$), según norma NMX -J- 513, medidas a tensión de línea nominal.
- d) Los balastos electrónicos que no dispongan de filtros para reducir la radio interferencia, deben ser ensamblados o capsulados dentro de una caja metálica.
- e) Los balastos electrónicos para fuentes fluorescentes lineales T5 deben cumplir con protección de fin de vida de la bombilla.
- f) Los balastos deben tener un rotulado legible y durable de identificación, con la siguiente información:
 - Potencia nominal (W).
 - Tensiones de conexión (V).
 - Corriente de entrada (A).
 - Tipo de balasto.
 - Tensión de bombilla (V).

- Diagrama de conexiones.
- Temperatura nominal máxima del bobinado (°C).
- Marca de fábrica.
- Modelo y referencia.
- Mes y año de fabricación. (3)

Tabla 7 Mínimo factor de balasto exigido, para lámparas fluorescentes

| balasto | A la entrada en vigencia del reglamento | En 36 meses | En 48 meses |
|------------------|--|--------------------|--------------------|
| electrónico | 0.75 | 0.85 | 0.95 |
| electromagnético | 0.75 | 0.8 | 0.9 |

Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

1.12 PORTA BOMBILLAS PARA LÁMPARAS FLUORESCENTES (SOCKET)

Para las portabombillas de lámparas fluorescentes se debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a) El material aislante, no cerámico, de los portalámparas de tubos fluorescentes debe cumplir con la prueba de resistencia al quemado, con el ensayo del hilo incandescente a 650° C tal como lo establece la norma IEC 695-2-1 u otra equivalente.
- b) Las partes no metálicas de los portalámparas de tubos fluorescentes que mantienen en posición partes eléctricas vivas susceptibles de incendio por cortocircuitos o sobre corrientes debe además cumplir con la resistencia a la llama mediante el ensayo de aplicación de la llama cónica. Las partes por ensayar se someten al ensayo de la llama cónica, aplicando la llama de ensayo a la muestra durante 10 s, en el punto en donde las temperaturas más elevadas sean susceptibles de aparecer. La duración de la combustión no debe exceder de 30 s después del retiro de la llama de ensayo y ninguna gota inflamada que caiga de la muestra debe inflamar las partes situadas por debajo ni el papel de seda, especificado en el numeral 6.86 de la norma ISO 4046 extendido horizontalmente a 200 mm, ± 5 mm por debajo de la muestra.
- c) Las partes externas de material aislante que proveen protección contra choque eléctrico deben ser sometidas durante un período de 30 s. al ensayo de filamento incandescente de acuerdo con la norma IEC 695 - 2- 1. La temperatura de la punta del filamento incandescente será de 650 °C. (3)

1.13 DURACIÓN O VIDA ÚTIL DE LA FUENTE LUMÍNICA

Uno de los factores a tener en cuenta en todo proyecto de iluminación es la vida útil de la fuente, por lo que el fabricante debe suministrar la información sobre el particular.

1.13.1 Curvas de depreciación luminosa de las fuentes

El flujo luminoso de las fuentes luminosas decrece en función del tiempo de operación por desgaste de sus componentes. La curva característica de depreciación bajo condiciones de operación nominales varía dependiendo de la sensibilidad de la misma al número de ciclos de encendido y apagado.

La depreciación de las fuentes luminosas también se ve afectada por las variaciones en los parámetros de alimentación de la red y/o de las características de los equipos auxiliares tales como arrancadores y balastos.

Los fabricantes y/o comercializadores de fuentes luminosas deberán disponer en catálogo o en otro medio de fácil acceso y consulta la información correspondiente

a las curvas de depreciación de las fuentes y la norma técnica aplicada para su ensayo. En el mismo sentido deben informarse las condiciones de alimentación y encendido para la operación normal de la bombilla, tales como el rango de tensión de operación nominal de la bombilla.

Para bombillas de sodio de alta presión los fabricantes y/o comercializadores deben informar la característica de tiempo de encendido por arranque y el rango de tensión para operación nominal de la bombilla, factores que son determinantes en su vida útil.

Para bombillas de halogenuros metálicos, los fabricantes y/o comercializadores deben definir e informarla posición óptima de operación, en razón a que para tal posición se tiene mayor mantenimiento luminoso durante toda la vida.

La certificación de la bombilla debe hacerse con el procedimiento de una Norma Internacional tal como la IEC 60662 "*High – pressure sodium vapour lamps*" para sodio de alta presión, IEC 60081 "*Double –capped fluorescent lamps – Performance specifications*" para en bombillas fluorescentes de doble casquillo, o una norma de reconocimiento internacional o NTC equivalente.

Cuando el valor de la vida útil de las bombillas, suministrada en los catálogos, empaques o disponible en la WEB, no esté certificada por un organismo de certificación o laboratorio independiente, debidamente acreditado o reconocido, el fabricante podrá declarar la vida útil, siempre que cumpla los requisitos de la norma ISO IEC 17050 para declaración del proveedor y disponga de la información soporte de las pruebas o ensayos realizados.

1.13.2 Vida promedio de las fuentes luminosas

El fabricante deberá informar sobre la duración de cada tipo de fuente luminosa, publicando la curva de mortalidad correspondiente, o indicando el índice de bombillas sobrevivientes.

En este tipo de curva debe determinarse el porcentaje de fuentes que siguen en operación después de un periodo o número de horas de servicio. Con base en esta curva se puede calcular la probabilidad de falla en cada uno de los periodos (años, meses) de funcionamiento de una instalación de iluminación y hacer los estimativos de reposición de bombillas por mantenimiento.

Las bombillas incandescentes se consideran con vida hasta cuando éstas dejan de encender. En el caso de las bombillas de descarga en gas, la vida útil de la bombilla se considera hasta cuando su flujo luminoso llega al 70% del flujo inicial. El flujo inicial es el flujo medido en la bombilla a las 100 horas de encendida, operando con un balasto de referencia. (3)

1.14 APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL

Así como las bombillas de distinto tipo constituyen las fuentes de luz en la iluminación eléctrica, el sol y el cielo son las fuentes de las que se dispone para la iluminación natural. La iluminación natural es proporcionada por la energía radiante del sol, en forma directa o a través de la bóveda celeste. La luz natural llega al interior de un local directa o indirectamente, dispersada por la atmósfera y reflejada por las superficies del ambiente natural o artificial.

De la radiación total que llega a la superficie de la tierra después de atravesar la atmósfera, sólo la radiación visible – con una longitud de onda entre 380 nm y 780 nm - es relevante desde el punto de vista de la iluminación natural.

Si bien la fuente primaria de luz natural es el sol, desde el punto de vista de la iluminación diurna de edificios, **la fuente de luz considerada para el cálculo es la bóveda celeste**, excluyendo siempre la luz directa del sol sobre los planos de trabajo, por su gran intensidad lumínica, que genera contrastes excesivos y causa deslumbramiento.

- a) Se debe evitar el ingreso de luz directa del sol, se debe aprovechar la luz natural mediante la difusión y reflexión de los rayos solares hacia los interiores, pues de lo contrario los ocupantes de los edificios tienden a eliminar totalmente el ingreso de luz solar y a reemplazarla por iluminación artificial, cambiando las condiciones ambientales interiores y perdiendo la oportunidad de ahorrar energía eléctrica durante las horas de sol.
- b) El empleo de la luz natural en la iluminación interior es una excelente alternativa para disminuir el consumo de energías comerciales para alumbrado en edificaciones. Aun cuando la disponibilidad de luz natural no sea suficiente para la realización de las tareas, hay un alto porcentaje de personas que prefieren trabajar con luz natural o al menos, tener en su hábitat la apariencia de la iluminación diurna.
- c) Disponer de ventanales y claraboyas brinda una serie de ventajas adicionales en relación con los objetivos de un diseño, posibilita el acondicionamiento ambiental y la ventilación del local, permite el contacto visual y físico con el exterior lo cual contribuye al bienestar y satisfacción de los usuarios.
- d) Los aspectos que se deben abordar en un proyecto de iluminación, en relación con el alumbrado natural, comprenden:
 - La determinación del potencial de luz natural,
 - La coordinación entre el alumbrado natural y artificial y,
 - La selección del equipamiento para el control de la iluminación artificial y natural.
- e) El diseño de ventanas y aberturas como claraboyas, debe ser tenido en cuenta por los arquitectos, ingenieros y en general los constructores desde

la etapa del diseño de la edificación y no dejar para que sea resuelta exclusivamente por los diseñadores de iluminación.

- f)** El aprovechamiento de la luz natural en un diseño de iluminación, debe partir del conocimiento de la disponibilidad de luz exterior, tanto en sus niveles como en sus periodos de duración, de acuerdo a las horas de los días con cielos despejados, parcialmente despejados y cielos nublados.
- g)** Los diseñadores deben consultar las bases de datos con los registros de luz natural en forma regular de las diferentes regiones del país que tienen diferentes entidades y deben determinar los parámetros de disponibilidad de luz natural para la zona donde se construirá la edificación y la selección de los datos apropiados de luz natural que se usarán, para los diferentes esquemas, como base para la propuesta de diseño, para poder predecir la contribución de iluminación natural al interior de diferentes los locales de la edificación.
- h)** En el desarrollo preliminar del diseño de la edificación se debe procurar optimizar la orientación de las plantas de la edificación para permitir dentro de las posibilidades del terreno, el acceso de la luz natural a la mayoría de los locales, así como el diseño de los elementos que han de captar, dirigir y distribuir la luz natural. Para el mejor aprovechamiento de la luz natural en los diseños de la iluminación de interiores, las ventanas deben cumplir los siguientes objetivos:

- Maximizar la transmisión de luz por unidad de área de vidrio en la ventana.
 - Controlar la penetración de luz directa del sol sobre el plano de trabajo.
 - Controlar el contraste de claridad dentro del campo visual de los ocupantes, especialmente entre las ventanas y las paredes del local.
 - Minimizar el efecto de reducción del ingreso de la intensidad luminosa debido al ángulo de incidencia de la luz (efecto de reducción por coseno). Esto significa que ventanales ubicados en la parte alta de los muros producen más iluminancia que unos ventanales más bajos, aunque sean de la misma área.
 - Minimizar el deslumbramiento de velo sobre los planos de trabajo, resultante de la visión directa de la fuente de luz en los ventanales superiores.
 - Minimizar el calor diurno durante los días soleados, usando aleros.
- (3)

1.15 CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO

El deslumbramiento es la sensación producida por áreas brillantes dentro del campo de visión y puede ser experimentado como deslumbramiento molesto o perturbador. El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo), o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos).

En los lugares de trabajo el deslumbramiento perturbador, su principal efecto es reducir la visibilidad de la tarea, perturba la visión y dar lugar a errores y accidentes. El deslumbramiento molesto no reduce la visibilidad pero produce fatiga visual, puede producirse directamente a partir de luminarias brillantes o ventanas.

Para evitar el deslumbramiento perturbador, los puestos y áreas de trabajo se deben diseñar de manera que no existan fuentes luminosas o ventanas situadas frente a los ojos del trabajador. Esto se puede lograr orientando adecuadamente los puestos o bien apantallando las fuentes de luz brillantes.

Para evitar el deslumbramiento molesto es necesario controlar todas las fuentes luminosas existentes dentro del campo visual. Esto conlleva la utilización de persianas o cortinas en las ventanas, así como el empleo de luminarias con difusores o pantallas que impidan la visión del cuerpo brillante de las bombillas o lámparas.

El apantallamiento debería efectuarse en todas aquellas bombillas o lámparas que puedan ser vistas, desde cualquier zona de trabajo, bajo un ángulo menor de 45° respecto a la línea de visión horizontal. (3)

1.14.1 NIVELES DE ILUMINANCIA Y DESLUMBRAMIENTO

En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 8, adaptados de la norma ISO 8995 "*Principles of visual ergonomics -- The lighting of indoor work systems*". El valor medio de iluminancia (lx), relacionado en la tabla 8, debe considerarse como el objetivo de diseño, además, en cualquier momento durante la vida útil del proyecto la medición de iluminancia promedio no podrá ser superior al valor máximo, ni inferior al valor mínimo establecido y en lo que concierne al deslumbramiento (UGR) los valores máximos permitidos se encuentran en la misma tabla.

Tabla 8 Índice UGR máximo y niveles de iluminancia (Ix) exigibles para diferentes áreas y actividades

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD | UGR | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) | | |
|--|-----|-----------------------------|-------|--------|
| | | Mínimo | Medio | Máximo |
| Áreas generales en las edificaciones | | | | |
| Áreas de circulación, corredores | 28 | 50 | 100 | 150 |
| Escaleras, escaleras mecánicas | 25 | 100 | 150 | 200 |
| Vestidores, baños | 25 | 100 | 150 | 200 |
| Almacenes, bodegas | 25 | 100 | 150 | 200 |
| Oficinas | | | | |
| Oficinas de tipo general, mecanografía y computación | 19 | 300 | 500 | 750 |
| Oficinas abiertas | 19 | 500 | 750 | 1000 |
| Oficinas de dibujo | 16 | 500 | 750 | 1000 |
| Salas de conferencia | 19 | 300 | 500 | 750 |
| Colegios | | | | |
| Salones de clase | | | | |
| Iluminación general | 19 | 300 | 500 | 750 |
| Tableros para emplear con tizas | 19 | 300 | 500 | 750 |
| Elaboración de planos | 16 | 500 | 750 | 1000 |
| Salas de conferencias | | | | |
| Iluminación general | 22 | 300 | 500 | 750 |
| Tableros | 19 | 500 | 750 | 1000 |
| Bancos de demostración | 19 | 500 | 750 | 1000 |
| Laboratorios | 19 | 300 | 500 | 750 |
| Salas de arte | 19 | 300 | 500 | 750 |
| Talleres | 19 | 300 | 500 | 750 |
| Salas de asamblea | 22 | 150 | 200 | 300 |

1.16 UNIFORMIDAD

Con el fin de evitar las molestias debidas a los cambios bruscos de luminancia el área donde se desarrolla la tarea, debe ser iluminada de la forma más uniforme posible. La relación entre el valor del nivel de iluminación existente en el área del puesto de trabajo y la iluminación general no debe ser inferior a lo establecido en la Tabla 6. En áreas adyacentes, aunque tengan necesidades de iluminación distintas, debe cumplirse con las relaciones de la citada tabla.

En los casos en que se ilumine en forma localizada en uno o varios puestos de trabajo, para complementar la iluminación general, esta última no podrá tener una intensidad menor que la indicada en la Tabla 9.

La distribución de luminancias en el campo visual puede afectar la visibilidad de la tarea e influir en la fatiga del trabajador.

La agudeza visual es máxima cuando la luminosidad de la tarea es similar a la existente en el campo visual del trabajador. Sin embargo, cuando la luminosidad de la tarea es muy diferente a la del entorno se puede producir una reducción de la eficiencia visual y la aparición de fatiga, como consecuencia de la repetida adaptación de los ojos.

El equilibrio de luminancias se puede lograr controlando la reflectancia de las superficies del entorno y los niveles de iluminación; es decir, eligiendo colores más o menos claros para las paredes y otras superficies del entorno y empleando una iluminación general adecuada, de manera que la luminosidad del entorno no sea muy diferente a la existente en el puesto de trabajo. (3)

Tabla 9 Uniformidades y relación entre iluminancias de áreas circundantes inmediatas al área de tarea

| ILUMINANCIA DE TAREA (lx) | ILUMINANCIA DE AREAS CIRCUNDANTES INMEDIATAS (lx) |
|--------------------------------------|--|
| Mayor o igual a 750 | 500 |
| 500 | 300 |
| 300 | 200 |
| Menos o igual a 200 | Etarea |
| Uniformidad | |
| Mayor o igual a 0,7 | Mayor o igual a 0,5 |

Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

1.17 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se evaluará mediante el indicador denominado Valor de Eficiencia Energética de la instalación VEEI expresado en (W/m²) por cada 100 luxes, mediante la siguiente expresión: (3)

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_{prom}} \quad \{1\}$$

Dónde:

P = Potencia total instalada en las bombillas más los equipos auxiliares, incluyendo sus pérdidas [W]

S = Superficie iluminada [m^2]

E_{prom} = Iluminancia promedio horizontal mantenida [lux]

En la Tabla 10, se indican los Valores Límite de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) que deben cumplir los recintos interiores de las edificaciones; criterio adaptado de la norma UNE 12464-1 de 2 003. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación direccional, pero no las instalaciones de iluminación de vitrinas y zonas de exposición.

Los valores de VEEI se establecen en dos grupos de zonas en función de la importancia que tiene la iluminación, estas son:

Grupo 1: Zonas de baja importancia lumínica. Corresponde a espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminancia, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética.

Grupo 2: Zonas de alta importancia lumínica o espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son relevantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Tabla 10 Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

| GRUPO | ACTIVIDADES DE LA ZONA | LIMITE VEEI |
|--------------------------------------|--|-------------|
| 1 Zonas de baja importancia lumínica | Administrativo en general | 3,5 |
| | Andenes de estaciones de transporte | 3,5 |
| | Salas de diagnóstico(4) | 3,5 |
| | Pabellones de exposición o ferias | 3,5 |
| | Aulas y laboratorios(2) | 4,0 |
| | Habitaciones de hospital (3) | 4,5 |
| | Otros recintos interiores similares al Grupo 1 no descritos en la lista anterior | 4,5 |
| | Zonas comunes(1) | 4,5 |
| | Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas | 5 |
| | Parqueaderos | 5 |
| | Zonas deportivas(5) | 5 |

| | | |
|--------------------------------------|---|-----|
| 2 Zonas de alta importancia lumínica | Administrativo en general | 6 |
| | Estaciones de transporte (6) | 6 |
| | Supermercados, hipermercados y grandes almacenes | 6 |
| | Bibliotecas, museos y galerías de arte | 6 |
| | Zonas comunes en edificios residenciales | 7,5 |
| | Centros comerciales (excluidas tiendas) (9) | 8 |
| | Hostelería y restauración (8) | 10 |
| | Otros recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior | 10 |
| | Centro de culto religioso en general | 10 |
| | Salones de reuniones, auditorios y salas de uso múltiple y convenciones, salas de ocio o espectáculo y salas de conferencias (7) | 10 |
| | Tiendas y pequeño comercio | 10 |
| | Zonas comunes (1) | 10 |
| | Habitaciones de hoteles, hostales, etc. | 12 |

Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

NOTAS:

- a) Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recepción, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.
- b) B. Incluye la instalación de iluminación de aulas y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas con monitores de computador, música, laboratorios de idiomas, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.
- c) Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.
- d) Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.
- e) Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderías de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las transmisiones de televisión. Las graderías son asimilables a zonas comunes del grupo 1.

- f)** Espacios destinados al tránsito de viajeros como recepción de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de ventanillas de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.
- g)** Incluye la instalación de iluminación general y direccionada. En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.
- h)** Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como mostrador, recepción, restaurante, bar, comedor, auto-servicio o buffet, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.
- i)** Incluye la instalación de iluminación general y localizada de mostrador, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales. (3)

2. DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR

2.1 ILUMINACIÓN EN LOCALES DE TRABAJO INTERIOR

Al diseñar el alumbrado para un local destinado a realizar algún tipo de trabajo, la meta más importante es la de obtener buenas condiciones visuales en el plano de trabajo. Una meta secundaria sería la creación de un medio ambiente visual que ejerza una influencia positiva sobre el rendimiento y el bienestar de sus usuarios.

Cuando se realiza un proyecto de iluminación normalmente se establece un nivel de iluminación superior, según el factor de mantenimiento, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias, así como de la posibilidad de ensuciamiento del local. Con el tiempo el valor de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en las luminarias, paredes, techos y suelo.

Los ciclos de mantenimiento y limpieza, y se tendrán que sustituir las bombillas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo se asegura que las tareas se puedan desarrollar según las necesidades visuales.

2.1.1 Requisitos generales del diseño

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada. Los factores a tener en cuenta son la forma y tamaño de los espacios, los colores y las reflectancias de las superficies del salón, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación natural y también los requerimientos estéticos requeridos por el cliente. Debe existir una colaboración estrecha entre el diseñador de la iluminación y el arquitecto.

Los ítems más importantes que el diseñador necesita investigar antes iniciar un diseño de iluminación interior son los siguientes:

- a.** Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio.
- b.** Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización.
- c.** Las condiciones de reflexión de las superficies.
- d.** Las necesidades para el espacio, modelación y rendimiento del color.
- e.** La disponibilidad de la iluminación natural.
- f.** La apariencia del color de la fuente de luz y su unión con la iluminación natural.
- g.** El control de luz directa e indirecta que ingresa por las ventanas.
- h.** Localización de las luminarias y su acceso a ellas.
- i.** Los requerimientos especiales en la calidad de las luminarias, tales como ambientes peligrosos, dificultad para encontrar acceso a ellas o para cumplir requerimientos de mantenimiento.

Todo diseño de iluminación interior debe tener presente los siguientes aspectos:

- a) El índice de reproducción del color, lo natural que aparecen los objetos bajo la luz.
- b) La temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz.
- c) El tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria.
- d) Los niveles de iluminancia y coeficiente de uniformidad; estos valores se deben diseñar y medir sobre las zonas de trabajo del recinto.
- e) El deslumbramiento. (3)

2.1.2 Alumbrado de oficinas

Los requisitos visuales para el alumbrado de oficinas son los siguientes:

- Luminarias de baja luminancia.
- Ausencia de reflexiones en la superficie de las mesas de trabajo y paneles brillantes.
- Aspecto cromático y rendimiento de color agradables.

Para satisfacer estos requisitos, las oficinas podrán usar luminarias empotradas en el techo o adosadas a él, equipadas con lámparas fluorescentes. Las luminarias respecto al control de deslumbramiento podrán estar provistas de rejillas, difusores opales, cubiertas prismáticas o elementos especulares para que la instalación cumpla con los valores de UGR establecidos en el presente reglamento.

En las oficinas se podrá hacer uso de alumbrado localizado adicional para conseguir ahorro de energía, ya sea concentrando las luminarias sobre los puestos de trabajo y zonas adyacentes. En tal caso la instalación debe diseñarse para lograr la iluminancia requerida sobre los puestos de trabajo, con menores valores sobre las zonas de circulación y de descanso, siempre respetando los valores de uniformidad mínima y deslumbramiento máximo.

2.1.3 Iluminación en instituciones educativas, salas de lectura y auditorios

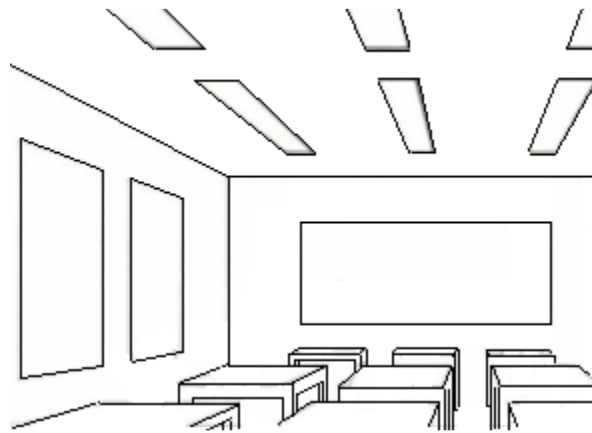
La iluminación de aulas de clase, salas de lectura, requiere especial cuidado y una gran responsabilidad por parte de diseñadores y constructores de sistemas de iluminación, una iluminación deficiente en estos lugares puede generar serias afectaciones visuales especialmente a niños y adolescentes, con graves consecuencias en algunos casos por las limitaciones visuales.

2.1.3.1 Iluminación de aulas de clase

El alumbrado de un aula de enseñanza debe ser apropiado para actividades tales como escritura, lectura de libros y del tablero. Como estas actividades son parecidas a las de las oficinas, los requisitos generales de alumbrado de éstas pueden aplicarse al de escuelas ver figura 2.

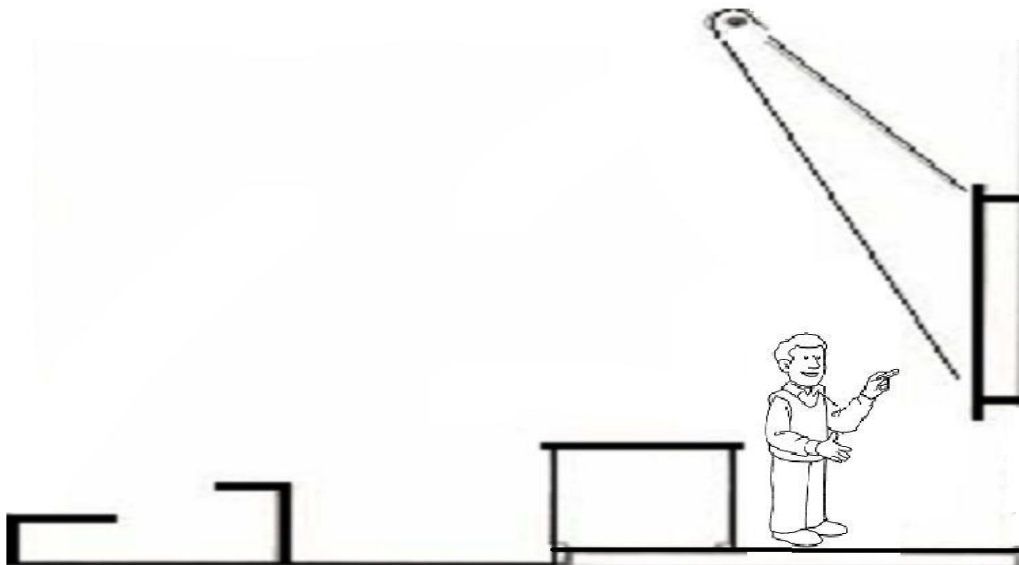
Es requisito que en el diseño se verifique la necesidad de proveer iluminación adicional en el tablero, ver figura 3.

Figura 2 Las aulas están sujetas a la misma necesidad de alumbrado que las oficinas



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

Figura 3 Iluminación adicional sobre el tablero



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

2.2 INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de iluminación deben cumplir los siguientes requisitos:

- a)** Debe existir suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de esta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación de la edificación.
- b)** No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.
- c)** Las iluminaciones de emergencia equipados con grupos de baterías deben garantizar su funcionamiento por lo menos 60 minutos después de que se interrumpa el servicio eléctrico normal.
- d)** Los residuos de las lámparas deben ser manipulados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.
- e)** En lugares accesibles a personas donde se operen máquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para controlar los riesgos asociados al efecto estroboscópico.
- f)** Se deben atender las recomendaciones de mantenimiento y sustitución oportuna de las fuentes lumínicas cuando sus niveles de iluminación no garanticen los mínimos niveles requeridos. (3)

2.3 DATOS PREVIOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Para determinar el cálculo y las soluciones de iluminación interior, se deben tener en cuenta parámetros tales como:

- a)** El uso de la zona a iluminar.
- b)** El tipo de tarea visual a realizar.
- c)** Las necesidades de luz y del usuario del local.
- d)** El índice K (factor de utilización de la luminaria) del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura útil).
- e)** Las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala.
- f)** Las características y tipo de techo.
- g)** Las condiciones de la luz natural.
- h)** El tipo de acabado, decoración y mobiliario previsto. (3)

2.3.1 Método de cálculo

El método de cálculo podrá ser manual o a través de un software especializado, que ejecutará los cálculos referenciados obteniendo como mínimo los resultados siguientes.

- a.** El valor de eficiencia energética de la instalación VEEI.
- b.** La iluminancia promedio horizontal mantenida E_{prom} en el plano de trabajo.
- c.** El índice de deslumbramiento unificado UGR para el observador.
- d.** Asimismo, se incluirán los valores del índice de rendimiento de color y las potencias de los conjuntos lámpara más equipo auxiliar utilizados en el cálculo.

Aunque el software especializado no requiere de un certificado de conformidad de producto, si se requiere que tenga un certificado de validación de sus resultados por laboratorio independiente, acreditado por ONAC (Organismo Nacional de Acreditación de Colombia) o la entidad que haga sus veces o reconocido por el organismo de certificación acreditado.

Se podrán excluir del cumplimiento de los requisitos de eficiencia energética los siguientes tipos de instalaciones:

- a.** En edificaciones y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido.
- b.** En construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 1 año.
- c.** En instalaciones industriales, talleres y edificaciones agrícolas no residenciales, cuando los valores de eficiencia energética comprometa la seguridad de las personas, no obstante, esto no les exime de utilizar las fuentes de la mayor eficacia lumínica posible. (3)

2.4 CÁLCULOS PARA ILUMINACIÓN INTERIOR

En los cálculos de iluminación interior se deben tener en cuenta los requisitos de iluminancia, la uniformidad y el índice de deslumbramiento.

El nivel de iluminancia de un local se debe expresar en función de la iluminancia promedio en el plano de trabajo. Para la aplicación del RETILAP se deben cumplir los valores de la Tabla 410.1 del mismo.

Si no se especifica la altura del plano de trabajo (hm), se deberá tomar un plano imaginario a 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie.

La iluminancia promedio se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E_{\text{prom}} = \frac{\Phi_{\text{tot}} * CU * FM}{A} \quad \{2\}$$

Dónde:

Φ_{tot} : Flujo luminoso total de las bombillas.
A: Área del plano de trabajo en m².
CU: Coeficiente o Factor de utilización para el plano de trabajo.
FM: Factor de mantenimiento.

2.4.1 Medición de iluminancia general de un salón

Para mediciones de precisión el área debe ser dividida en cuadrados y la iluminancia se mide en el centro de cada cuadrado y a la altura del plano de trabajo. Para la verificación de diseños se deberán usar las mismas mallas de cálculo empleadas.

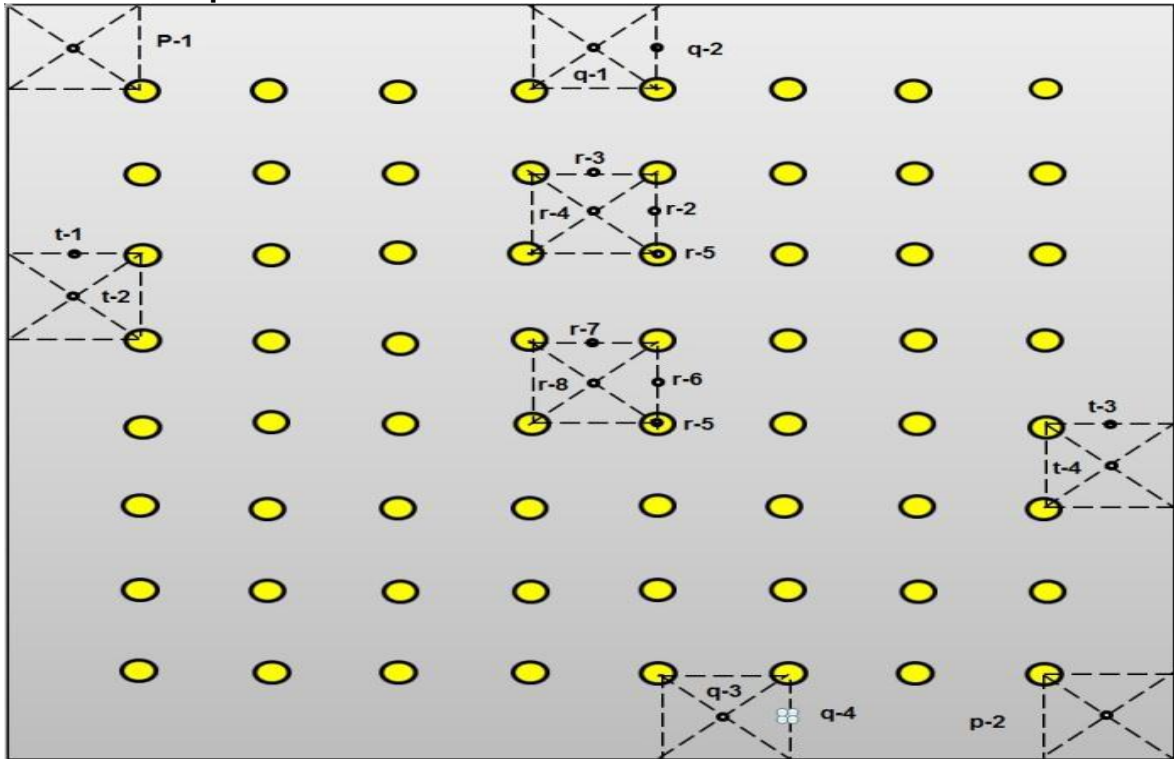
La iluminancia promedio del área total se puede obtener al promediar todas las mediciones. Para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se debe colocar en el plano de trabajo, si no se especifica este parámetro, se considera un plano imaginario de trabajo de 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie. Esto se puede lograr por medio de un soporte portátil sobre el cual se coloca el sensor.

La luz día se puede excluir de las lecturas, ya sea tomándolas en la noche o mediante persianas superficies opacas que no permiten la penetración de la luz día. El área se debe dividir en pequeños cuadrados, tomando lecturas en cada cuadrado y calculando la media aritmética. Una cuadrícula de 0,6 metros es apropiada para muchos espacios. (3)

2.4.2 Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

Para hacer medición de iluminancia promedio en una zona o área con esta disposición, el diseñador, planificador o encargado de la medida, reparte los puntos de medición con base en la Figura 4. Para hallar la E_{prom}, aplica la ecuación (3).

Figura 4 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

$$E_{\text{Prom}} = \frac{R(N - 1)(M - 1) + Q(N - 1) + T(M - 1) + P}{NM}$$

{3}

Dónde:

E_{prom}: Iluminancia promedio.
N: Número de luminarias por fila.
M: Número de filas.

- a) Se toman lecturas en los puntos r-1, r-2, r-3 y r-4 para una cuadrícula típica interior. Se repite a los puntos r-5, r-6, r-7 y r-8 para una cuadrícula típica central, promedie las 8 lecturas. Este es el valor R de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$R = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4} \quad \{4\}$$

- b) Se toman lecturas en los puntos q-1, q-2, q-3, y q-4, en dos cuadrículas típicas de cada lado del salón. El promedio de estas cuatro lecturas es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4}{4} \quad \{5\}$$

- c) Se toman lecturas en los puntos t-1, t-2, t-3, y t-4 en dos cuadrículas típicas de cada final del salón, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4}{4} \quad \{6\}$$

- d) Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, en dos cuadrículas típicas de las esquinas, se promedia las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

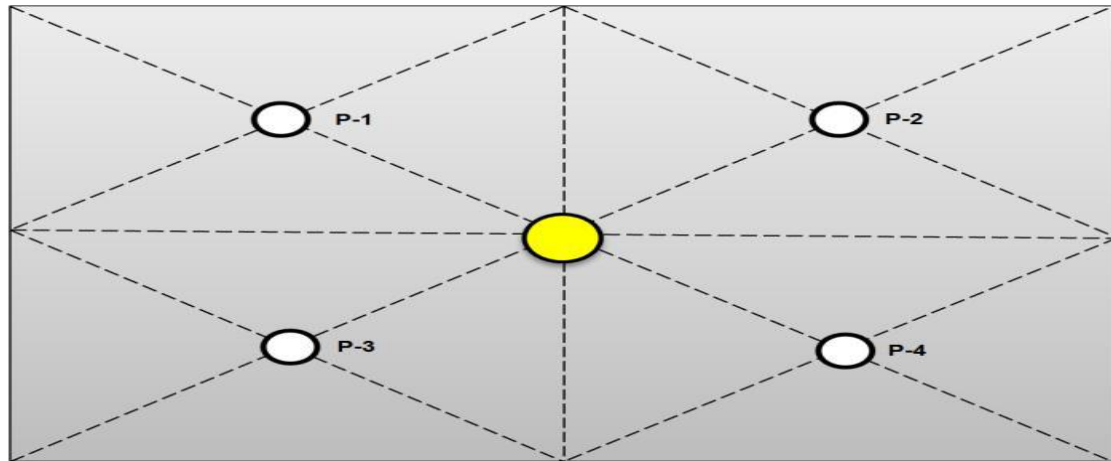
$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad \{7\}$$

- e) Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación (3) de Eprom.

2.4.2.1 Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica

Para hacer medición de Iluminancia promedio en una zona o área con esta disposición, el diseñador, planificador o encargado de la medida, reparte los puntos de medición con base en la Figura 5.

Figura 5 Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

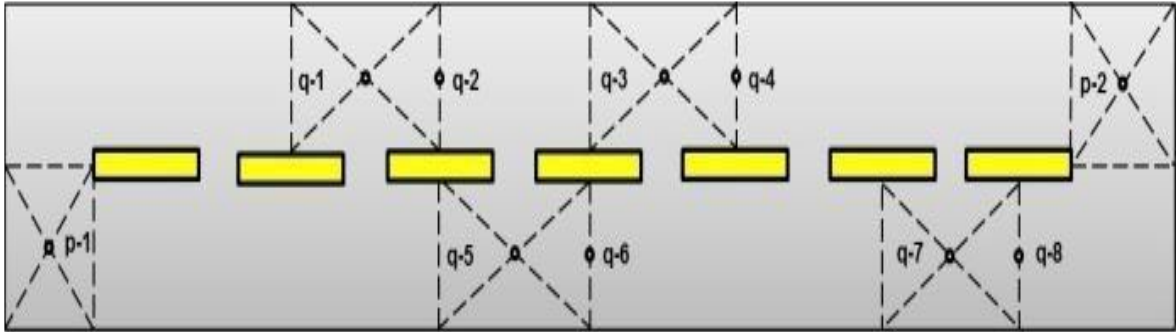
Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, p-3, y p-4, en todas las cuatro cuadrículas, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio del área en la figura 5.

$$P = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + p_4}{4} \quad \{8\}$$

Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila

Para hacer medición de iluminancia promedio en una zona o área con esta disposición, el diseñador, planificador o encargado de la medida, reparte los puntos de medición con base en la Figura 6. Para hallar la Eprom, aplica la ecuación (9).

Figura 6 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \quad \{9\}$$

Dónde:

E_{prom}: Iluminancia promedio.

N: Número de luminarias por fila.

- Se toman lecturas en los puntos q-1, hasta q-8, en cuatro cuadrículas típicas, localizadas dos en cada lado del área. Se promedian las 8 lecturas. Este es el valor de Q de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se toman lecturas en los puntos p-1, y p-2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación (9) de E_{prom}.

Es muy importante registrar una descripción detallada del área de la medición, junto con todos los otros factores que pueden afectar los resultados, tales como:

- Tipo de bombilla y su tiempo de utilización.
- Tipo de luminaria y balasto.
- Medida de la tensión de alimentación.
- Reflectancia de la superficie interior.
- Estado de mantenimiento, último día de limpieza.
- Instrumento de medición usado en la medición.

2.5 INSTRUMENTOS DE MEDICION DE ILUMINACION

Los proyectos de iluminación, las fuentes y luminarias se deben medir con los instrumentos adecuados, con las calibraciones y certificaciones acordes con las normas de petrología establecidas en el país.

2.5.1 Medidor de iluminancia

Un medidor de iluminancia (Luxómetro) tiene tres características importantes: sensibilidad, corrección de color y corrección coseno. La sensibilidad se refiere al rango de iluminancia que cubre, dependiendo si será usado para medir luz natural, iluminación interior o exterior nocturna. Para una adecuada medición de iluminancia se requiere que el luxómetro tenga certificado de calibración vigente y las siguientes especificaciones técnicas: respuesta espectral \leq al 4% de la curva CIE Standard, error de Coseno \leq al 3% a 30°, pantalla de 3,5 dígitos, precisión de \pm 5% de lectura \pm un dígito y rango de lectura entre 0.1 y 19.990 luxes (3).

2.6 FORMATOS

Todas las lecturas deben ser registradas y mostradas de acuerdo con los siguientes formatos:

Tabla 11 Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO

EMPRESA: _____

FECHA: _____ DIA: _____ NOCHE: _____

1. CONDICIONES DEL ÁREA:

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA:

DIMENSIONES:

LONGITUD: _____ ANCHO: _____ ALTURA: _____

PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:

| |
|--|
| |
|--|

2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS

| DESCRIPCIÓN | CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE | | | | | |
|-----------------------|----------------------------|-------|---------|--------|-------|-------|
| | MATERIAL | COLOR | TEXTURA | LIMPIA | MEDIA | SUCIA |
| Paredes | | | | | | |
| Techo | | | | | | |
| Piso | | | | | | |
| Superficie de trabajo | | | | | | |
| Equipo o Máquina | | | | | | |

3. CONDICIONES GENERALES:

| | | | | |
|---------------------------------|--------|-------|-------|--|
| Clasificación del equipo | | | | |
| Luminarias, tipo | | | | |
| Especificación de las bombillas | | | | |
| bombillas por luminaria | | | | |
| Número de luminarias | | | | |
| Número de filas | | | | |
| Luminarias por fila | | | | |
| Altura del montaje | | | | |
| Espacios entre luminarias | | | | |
| Condición de las luminarias | Limpio | Medio | Sucio | |

Descripción de la iluminación local o complementaria.

Estudios realizados anteriormente: Si ___ No ___

Tabla 12 Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: _____

SECCIÓN: _____

Dimensiones del Salón: **Largo:** _____ **Ancho:** _____ **Altura:** _____

Disposición de las luminarias en el local: _____

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias. Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: _____

Tabla de datos

| Identificación de los puntos | DIA | | | NOCHE | OBSERVACIONES |
|------------------------------|------------|--------------|-----------|-------|---------------|
| | Mañana(AM) | Medio día(M) | Tarde(PM) | | |
| r-1 | | | | | |
| r-2 | | | | | |
| r-3 | | | | | |
| r-4 | | | | | |
| | | | | | |
| r-5 | | | | | |
| r-6 | | | | | |
| r-7 | | | | | |
| r-8 | | | | | |
| | | | | | |
| q-1 | | | | | |
| q-2 | | | | | |
| q-3 | | | | | |
| q-4 | | | | | |
| | | | | | |
| q-5 | | | | | |
| q-6 | | | | | |
| q-7 | | | | | |
| q-8 | | | | | |
| | | | | | |
| t-1 | | | | | |
| t-2 | | | | | |
| t-3 | | | | | |
| t-4 | | | | | |
| | | | | | |
| p-1 | | | | | |
| p-2 | | | | | |
| p-3 | | | | | |
| p-4 | | | | | |
| | | | | | |
| Eprom | | | | | |

% UNIFORMIDAD: _____

Responsable _____ **Matrícula profesional N°** _____

Tabla 13 Formato 3. Medición de la iluminancia en el puesto de trabajo

MEDIDAS DE ILUMINANCIA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

EMPRESA: _____ SECCIÓN: _____

FECHA: _____ HORA: _____

OFICIO: _____ EQUIPO MEDICIÓN: _____

Tabla de datos

| Lectura puesto de trabajo | Altura sobre el piso | NIVEL DE ILUMINANCIA | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------|-----------|--------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| | | Plano | | | General únicamente | | General + suplementaria | |
| | | Vertical | Horizontal | Inclinado | Promedio | Rango recomendado | Promedio | Rango recomendado |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Responsable _____ Matricula profesional N° _____

Tabla 14.Formato 4. Especificación de la instalación alumbrado

ESPECIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN ALUMBRADO

EMPRESA: _____

Área: _____

OBJETIVOS:

Nivel de iluminancia de diseño: _____ Lux

Coeficiente de uniformidad CU: _____

Otros: _____

APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL:

Iluminancia exterior producida por la luz natural. _____ Lux

Iluminancia interior producida por la luz natural. _____ Lux

Coeficiente de luz diurna (CLD): _____ %

Coeficiente mínimo promedio exigido de luz diurna: _____

(Para los valores mínimos del Coeficiente de Luz Diurna CLD que deben cumplir las edificaciones

ver el Tabla 415-1.c) del Capítulo 4 del RETILAP)

TIPO INSTALACIÓN ILUMINACIÓN NATURAL:

Instalación luz día

Techo _____ **ventanas** _____ **ambas** _____

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:

Número de luminarias: _____

Área de trabajo: Largo: _____ **Ancho** _____

Altura del plano de trabajo sobre el nivel del piso: _____

Altura de las luminarias sobre el plano de trabajo: _____

Altura de suspensión de las luminarias desde el techo: _____

Distancia entre centro de luminarias a lo Largo: _____

Distancia entre centro de luminarias a lo Ancho: _____

BOMBILLAS o LÁMPARAS:

Fabricante y referencia: _____

Tipo de bombilla: _____

Potencia de la bombilla: _____ W

Lúmenes iniciales (100 h): _____ lm

Período de reemplazo de las bombillas: _____ horas

Factor de depreciación de lúmenes de las bombillas: _____

LUMINARIA:

Fabricante y referencia. _____

Bombillas por luminaria: _____

Potencia total por luminaria. _____ W

MANTENIMIENTO:

Período limpieza de ventanas: _____ meses

Período de limpieza de techos: _____ meses

Período limpieza de luminarias: _____ meses

Período de reemplazo de las bombillas: _____ meses

Período de limpieza de manteniendo de techo, paredes y pisos: _____

Diseñador del sistema: _____

Fecha: _____

Responsable _____ **Matrícula profesional N°** _____

3. PLANOS LUMÍNICOS

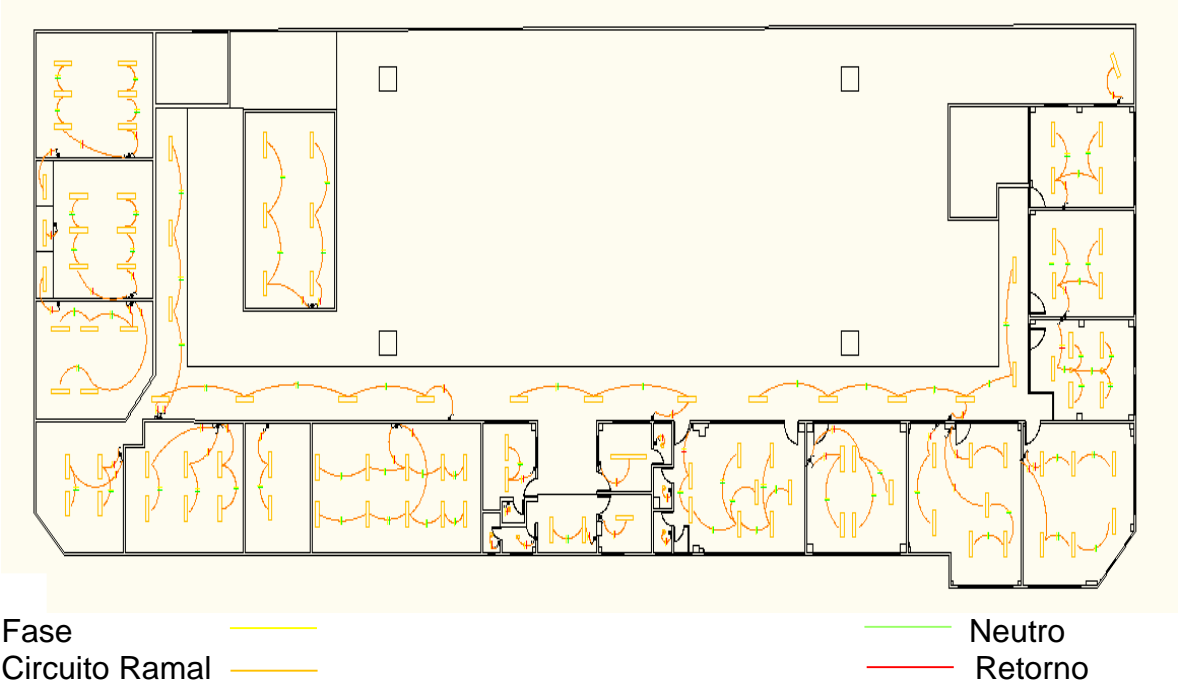
El incremento en las actividades en la Institución Educativa La Inmaculada, ha venido acompañado del aumento de las necesidades de iluminación artificial. Se hizo necesario realizar los planos lumínicos para tener una clara representación gráfica y a escala del plantel; por lo tanto se hizo necesario hacer el levantamiento del plano eléctrico del plantel debido a que este no existía.

Este proyecto ha permitido evaluar las condiciones en que se encuentran las áreas actualmente, a continuación se anexara los planos del primero y segundo piso

Figura 7 Diseño de los planos lumínico del primer piso



Figura 8 Diseño de los planos lumínico del segundo piso



4. VALORACIÓN GENERAL

En esta sección se encuentran estipulados los datos generales de la institución educativa la Inmaculada de igual manera se encuentran tablas y gráficos en los que se permite comparar los valores reales que se obtuvieron en las medidas.

4.1 LÁMPARAS Y LUMINARIAS

4.1.1 Lámparas

En la institución educativa la Inmaculada cuenta con tres diferentes modelos de lámparas, de las cuales unas se encuentran sujetas a las vigas metálicas del segundo piso, otras se encuentran localizadas en la plancha de concreto y por último algunas están empotradas en el techo de la edificación. Cada lámpara se encuentra rotulada con su respectiva marcación como: el tamaño de tubo, su potencia y su tensión etc., como se puede observar en la siguiente ilustración, tabla 15.

Tabla 15 Requisitos de marcación de las lámparas

| REQUISITOS | Sylvania 6500K F32T8 2X32W | Sylvania F96 T12D 75W |
|--|----------------------------------|-----------------------------|
| Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante | Cumple | Cumple |
| Apariencia o temperatura del color | Cumple | cumple |
| Índice de rendimiento del color (IRC) | Cumple | cumple |
| Potencia nominal en vatios (W) | Cumple | Cumple |
| Flujo Luminoso (lm) | Cumple | cumple |

En la siguiente figura 9 se observará la marcación y tipo de lámpara que es utilizada en la institución educativa se tendrá en cuenta si la lámpara cumple o no con los estándares establecidos.

Figura 9 Marcación de las lámparas



4.1.1.1 Potencia, Vida Útil y Eficacia luminosa

En relación a la potencia, la eficacia lumínica y la vida útil estipulada en el RETILAP para las lámparas de mercurio de baja presión tipo fluorescente con balasto independiente tipo T8, T12D se tiene la siguiente tabla 16:

Tabla 16 Potencia, Vida útil y Eficacia luminosa.

| Referencia | Potencia (W) | Observación | Vida útil (horas) | Observación | Eficacia luminosa (lm/w) | Observación |
|----------------------------|--------------|-------------|-------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| Sylvania 6500K F32T8 2X32W | 32W | cumplen | 15 000 | Cumple | 78.125 | No cumple |
| Sylvania F96 T12D 75W | 75W | cumplen | 12 000 | Cumple | 55 | cumple |

4.2 LUMINARIAS

4.2.1 Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias

- a) El conjunto eléctrico de la luminaria tal como lo es el balasto y la bornera de conexiones esta acoplado en el interior del cuerpo de la luminaria tal como lo exige el RETILAP, además tiene un diseño sencillo el cual permite su fácil inspección, limpieza, mantenimiento y reemplazo de sus elementos.

- b) Las luminarias tienen espacio suficiente para albergar todas las partes del conjunto y realizar los empalmes y conexiones necesarias de la instalación.
- c) Las luminarias y lámparas instaladas no tienen partes energizadas expuestas normalmente al contacto, que puedan ser un riesgo para las personas.
- d) El RETILAP exige que las luminarias deben ir marcadas en forma directa sobre el cuerpo o en una placa metálica exterior de fácil visualización, en este caso esto no se cumple debido a que las luminarias no poseen ningún tipo de marcación.

4.2.1.1 Requisitos de instalación

- a) En la inspección se verificó que no existen luminarias tipo bala o embutidas que debido a su temperatura puedan llegar a generar un incendio, ya que las luminarias existentes en el plantel educativo son del tipo regleta o bombilla incandescente.
- b) Durante la inspección se verificó la inexistencia de materiales combustibles adyacentes al montaje de iluminación.
- c) Se comprobó que las cubiertas metálicas existentes no presentan ningún signo de oxidación, pero no cuenta con ningún tipo de información para verificar si están protegidas contra la corrosión.
- d) Las luminarias se encuentran instaladas de tal forma que los conductores no se encuentran sometidos a tensiones mecánicas, además de estar adecuadamente sujetos sin riesgo de que se presenten cortaduras en estos.

4.3 BALASTOS

- a) El tipo de balastos con que cuentan las luminarias existentes en la institución cumplen con la norma, ya que estos son electrónicos y electromagnéticos tal como lo exige el RETILAP.
- b) Las luminarias fluorescentes instaladas cumplen con lo exigido en el RETILAP y el literal “a” de la parte “P” del Artículo 410-73 de la NTC 2050, el cual dice que las luminarias ubicadas en interiores deben tener balastos que cuenten con protección térmica integral.
- c) Los balastos cuentan con un rotulado legible y un diagrama de conexiones tal como lo exige el RETILAP

En la figura 10 y 11 se dan a conocer el tipo de balasto y el tipo luminaria utilizada en el plantel educativo.

Figura 10. Balasto electrónico

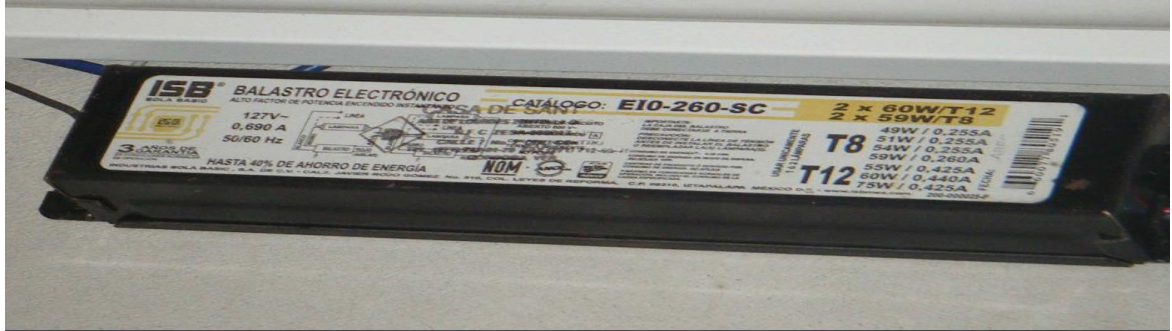


Figura 11. Tipo de luminaria utilizada en el plantel educativo



Se debe tener en cuenta que para un excelente rendimiento de iluminación de cada espacio, se debe contar con un buen mantenimiento de las luminarias de cada área del establecimiento para así evitar el daño de las lámparas, como se puede observar en la figura 11, donde se encontró una luminaria en mal estado por falta de mantenimiento.

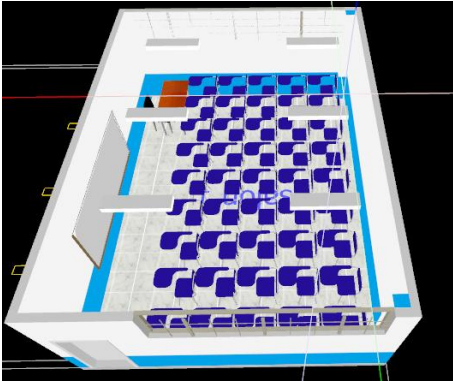
4.4 DATOS ESPECIFICOS DE CADA AREA INSPECCIONADA

En los siguientes ítems, se darán a conocer los distintos datos relacionados con el UGR, VEEI y Eprom, medidos, simulados y requeridos, obtenidos durante la inspección a cada área así como también una imagen del aula simulada y una imagen de la distribución de la luminaria.

4.4.1 Salón de clase 1

En la figura 12, se muestra la simulación en el DIALux del salón 1 del segundo piso.

Figura 12 Simulación estado actual del salón de clase 1

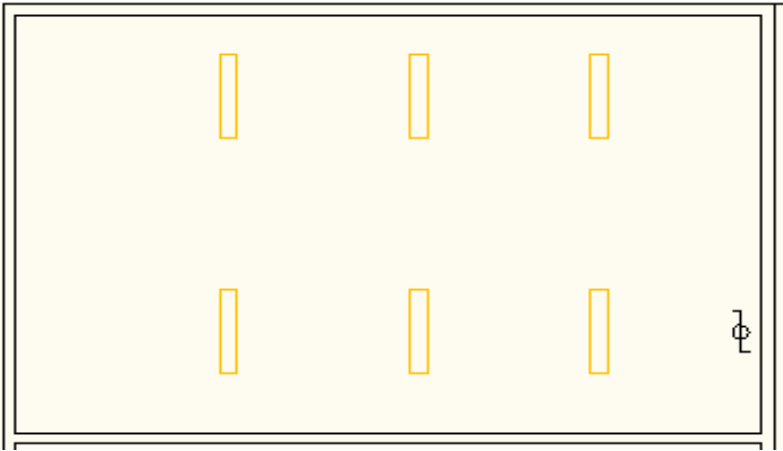


En la tabla 17, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 1

Tabla 17 Resultados obtenidos salón de clase 1

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 194.74 | 334 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 2.30 | 2.66 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

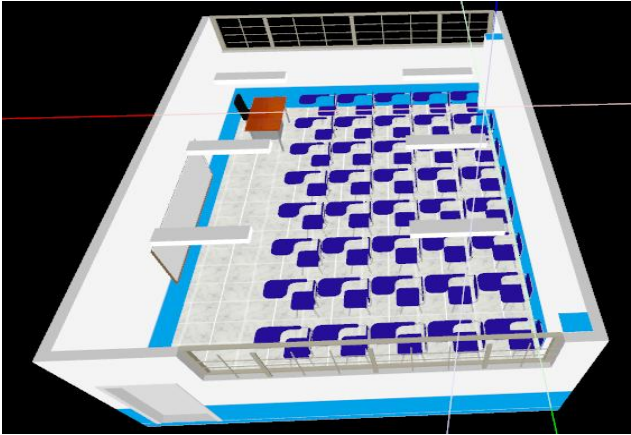
Figura 13 Distribución de las luminarias de salón de clase 1



4.4.2 Salón de clase 2

En la figura 14, se muestra la simulación en el DIALux del salón 2 del segundo piso.

Figura 14 Simulación estado actual del salón de clase 2

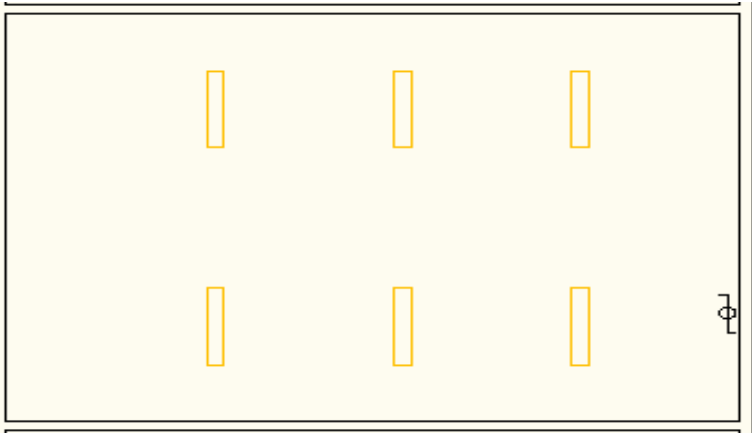


En la tabla 18, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 2.

Tabla 18 Resultados obtenidos salón de clase 2

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 136.8 | 268 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 2.78 | 2.49 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

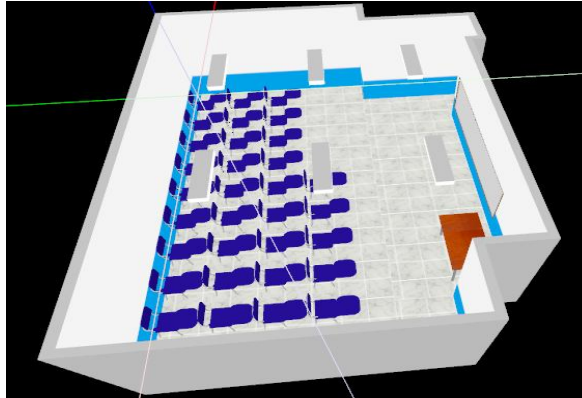
Figura 15 Distribución de las luminarias de salón de clase 2



4.4.3 Salón de clase 3

En la figura 16, se muestra la simulación en el DIALux del salón 3 del segundo piso.

Figura 16 Simulación estado actual del salón de clase 3

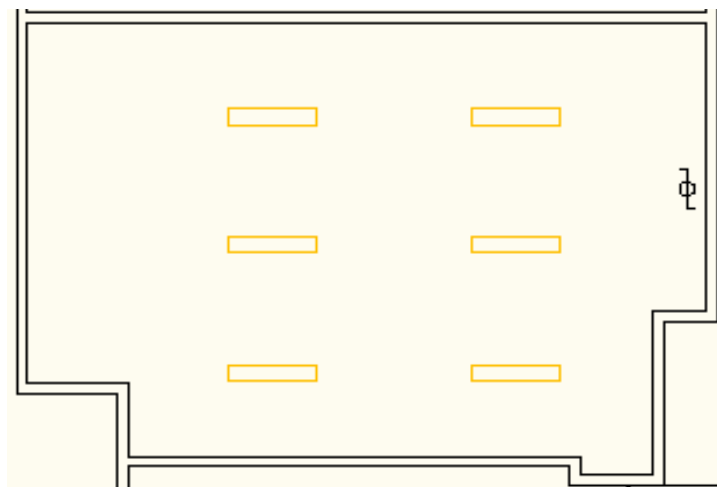


En la tabla 19, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 3.

Tabla 19 Resultados obtenidos salón de clase 3

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 176.91 | 314 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 1.98 | 2.14 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

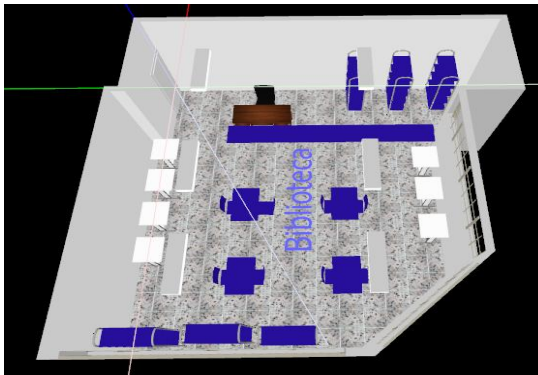
Figura 17 Distribución de las luminarias de salón de clase 3



4.4.4 Salón de clase 4

En la figura 18, se muestra la simulación en el DIALux del salón 4 del segundo piso.

Figura 18 Simulación estado actual del salón de clase 4

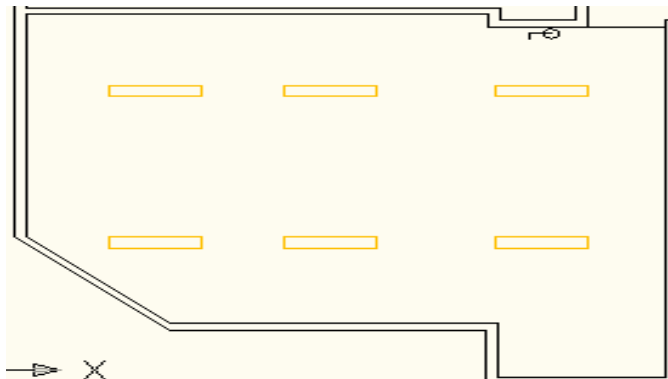


En la tabla 20, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 4.

Tabla 20 Resultados obtenidos salón de clase 4

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 134.41 | 311 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 4.60 | 2.16 | 4 |
| UGR | ----- | | 19 |

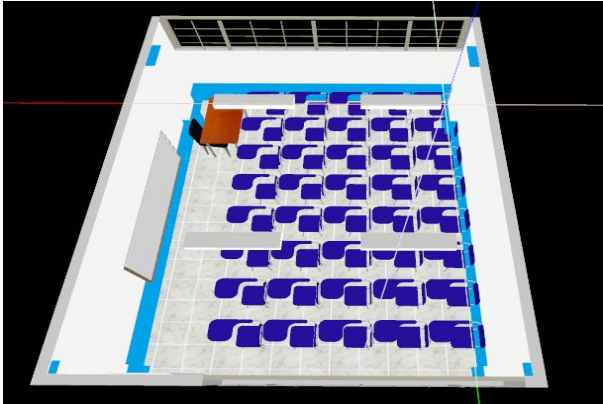
Figura 19 Distribución de las luminarias de salón de clase 4



4.4.5 Salón de clase 5

En la figura 20, se muestra la simulación en el DIALux del salón 5 del segundo piso.

Figura 20 Simulación estado actual del salón de clase 5

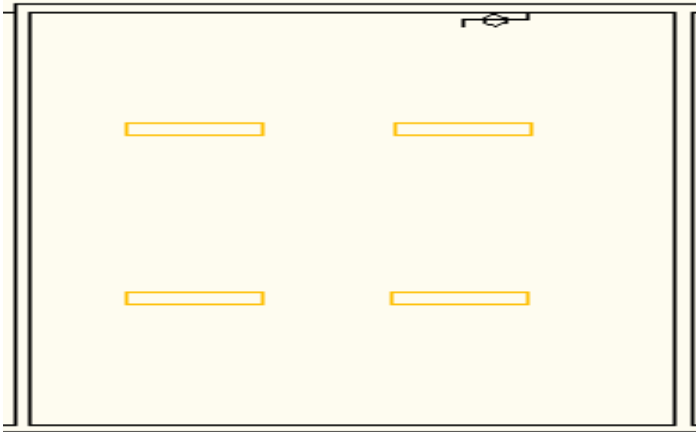


En la tabla 21, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 5.

Tabla 21 Resultados obtenidos salón de clase 5

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 91.5 | 196 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.69 | 3.02 | 4 |
| UGR | ----- | | 19 |

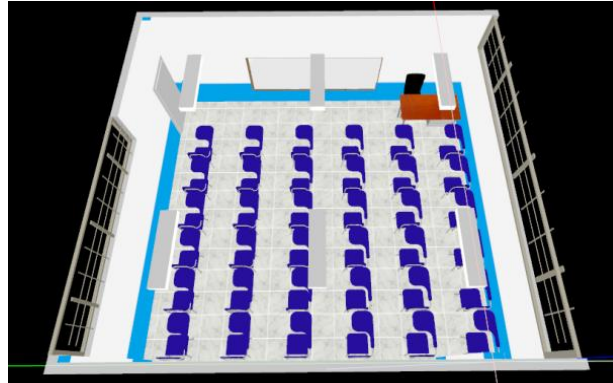
Figura 21 Distribución de las luminarias de salón de clase 5



4.4.6 Salón de clase 6

En la figura 22, se muestra la simulación en el DIALux del salón 6 del segundo piso.

Figura 22 Simulación estado actual del salón de clase 6

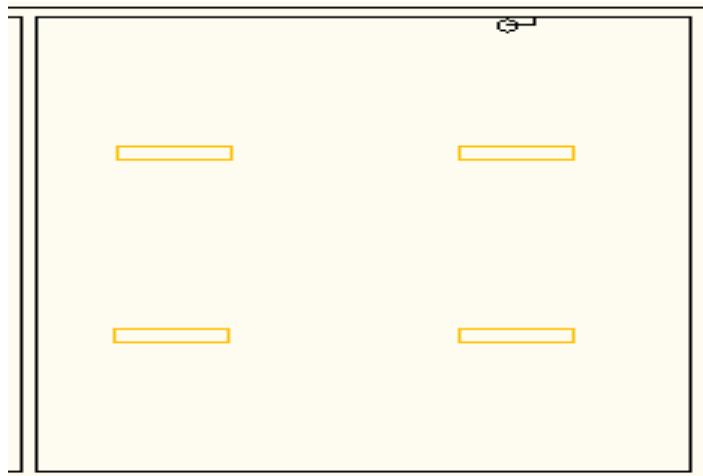


En la tabla 22, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 6.

Tabla 22 Resultados obtenidos salón de clase 6

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 117.93 | 197 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 2.32 | 2.52 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

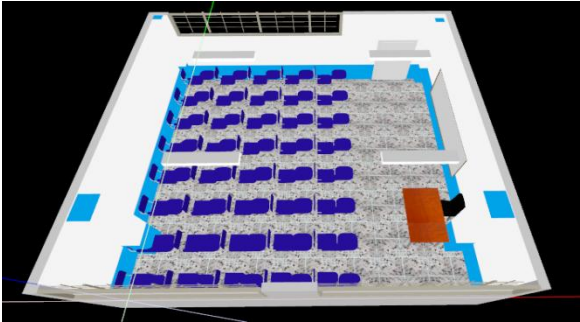
Figura 23 Distribución de las luminarias de salón de clase 6



4.4.7 Salón de clase 7

En la figura 24, se muestra la simulación en el DIALux del salón 7 del segundo piso.

Figura 24 Simulación estado actual del salón de clase 7

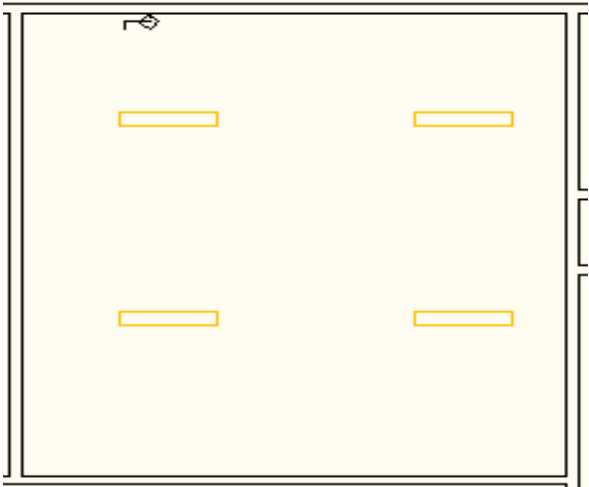


En la tabla 23, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 7.

Tabla 23 Resultados obtenidos salón de clase 7

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 89.87 | 176 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.11 | 2.79 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

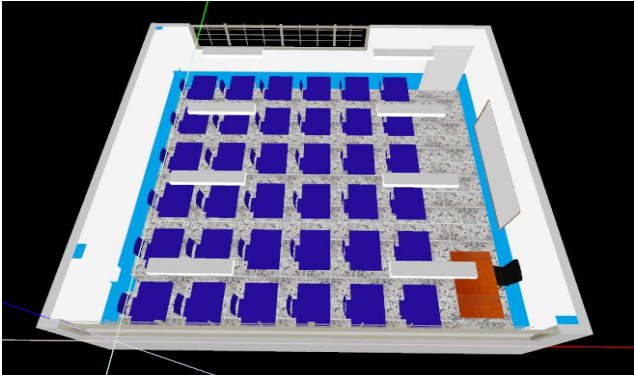
Figura 25 Distribución de las luminarias de salón de clase 7



4.4.8 Salón de clase 8

En la figura 26, se muestra la simulación en el DIALux del salón 8 del segundo piso.

Figura 26 Simulación estado actual del salón de clase 8

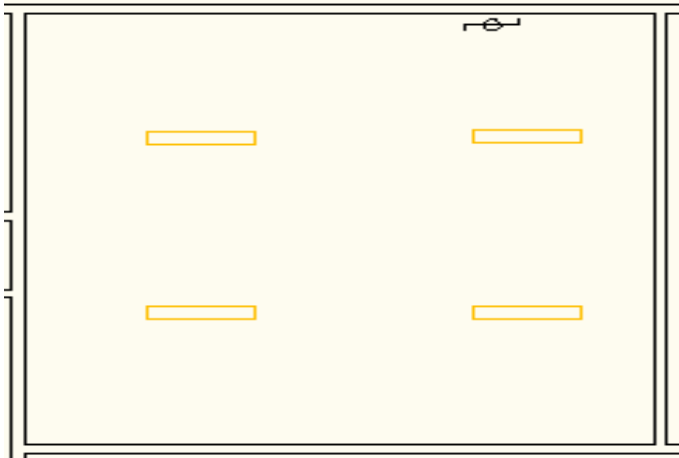


En la tabla 24, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 8.

Tabla 24 Resultados obtenidos salón de clase 8

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 61.31 | 111 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 4.4 | 3.92 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

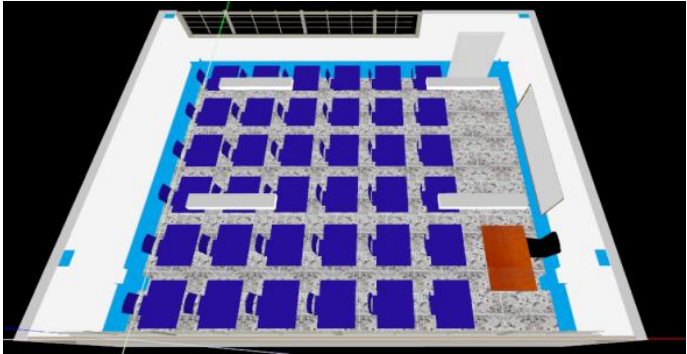
Figura 27 Distribución de las luminarias de salón de clase 8



4.4.9 Salón de clase 9

En la figura 28, se muestra la simulación en el DIALux del salón 9 del segundo piso.

Figura 28 Simulación estado actual del salón de clase 9

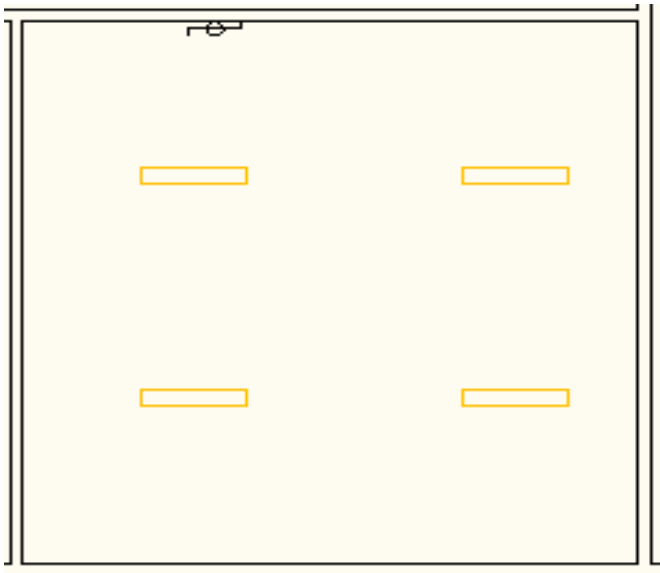


En la tabla 25, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 9.

Tabla 25 Resultados obtenidos salón de clase 9

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 76.43 | 111 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.52 | 3.93 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

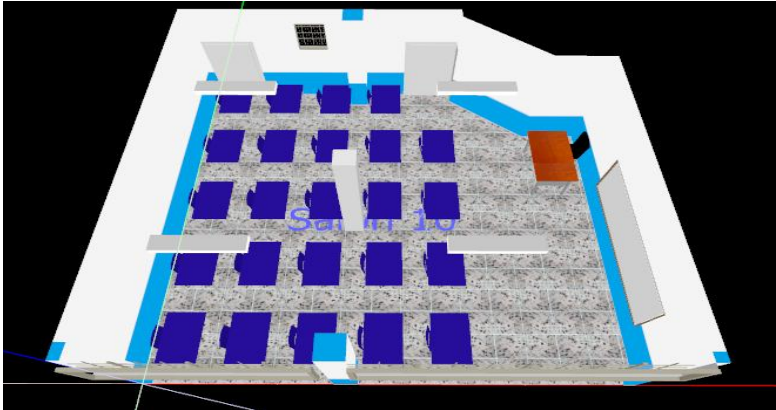
Figura 29 Distribución de las luminarias de salón de clase 9



4.4.10 Salón de clase 10

En la figura 30, se muestra la simulación en el DIALux del salón 10 del segundo piso.

Figura 30 Simulación estado actual del salón de clase 10

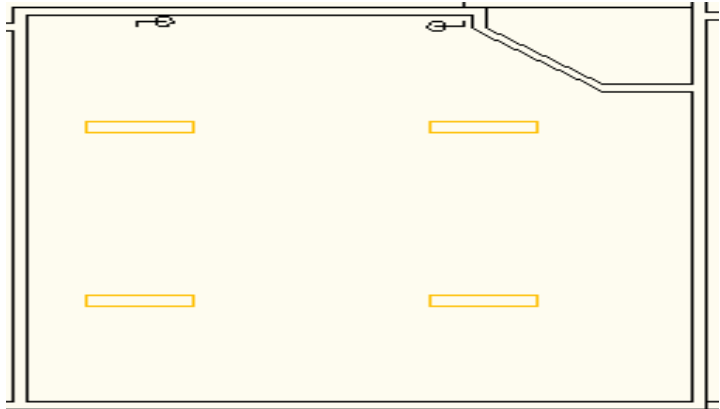


En la tabla 26, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 10.

Tabla 26 Resultados obtenidos salón de clase 10

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 52.25 | 208 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 4.75 | 2.16 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

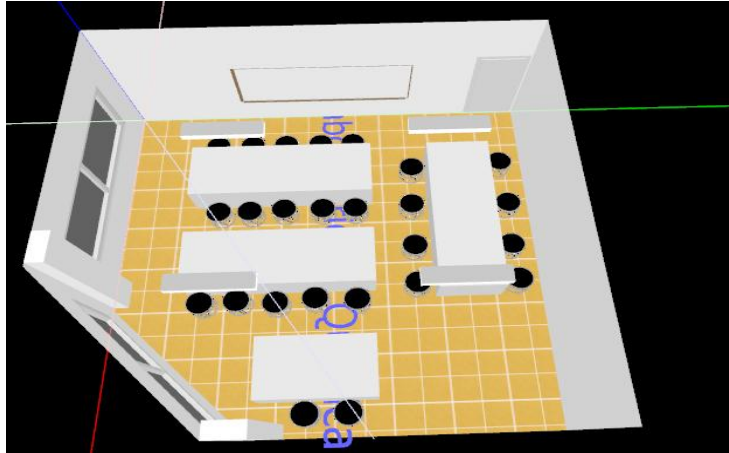
Figura 31 Distribución de las luminarias de salón de clase 10



4.4.11 Salón de clase 11

En la figura 32, se muestra la simulación en el DIALux del salón 11 del segundo piso.

Figura 32 Simulación estado actual del salón de clase 11

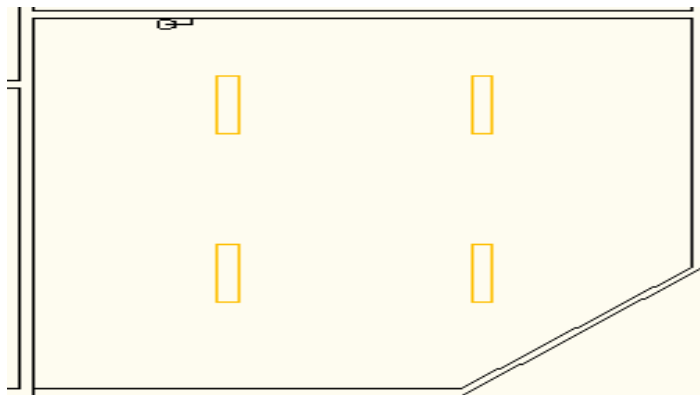


En la tabla 27, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 11.

Tabla 27 Resultados obtenidos salón de clase 11

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 124.5 | 296 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 2.03 | 1.54 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

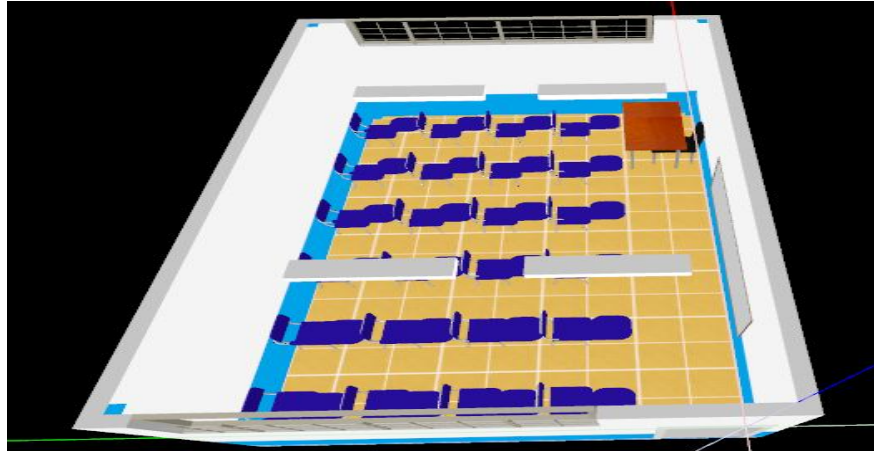
Figura 33 Distribución de las luminarias de salón de clase 11



4.4.12 Salón de clase 12

En la figura 34, se muestra la simulación en el DIALux del salón 12 del segundo piso.

Figura 34 Simulación estado actual del salón de clase 12

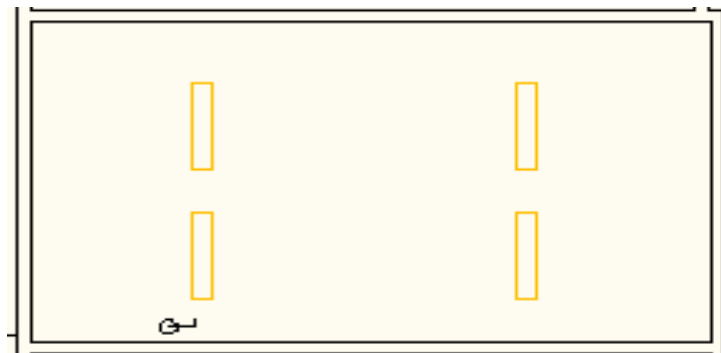


En la tabla 28, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 12.

Tabla 28 Resultados obtenidos salón de clase 12

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 220.56 | 271 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 2.04 | 2.77 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

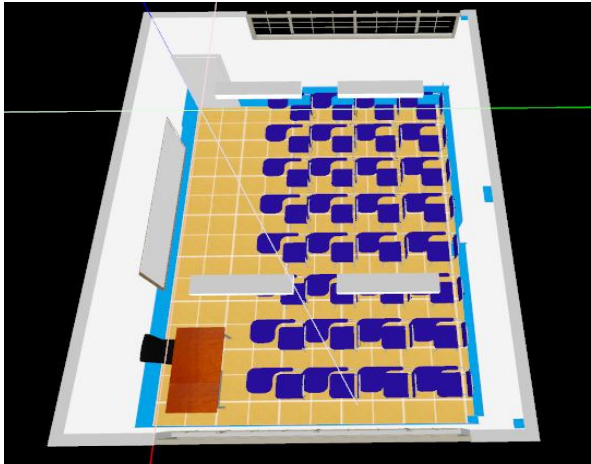
Figura 35 Distribución de las luminarias de salón de clase 12



4.4.13 Salón de clase 13

En la figura 36, se muestra la simulación en el DIALux del salón 13 del segundo piso.

Figura 36 Simulación estado actual del salón de clase 13

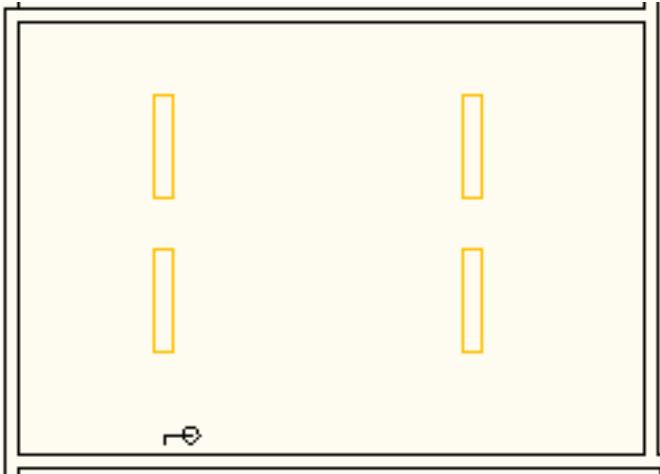


En la tabla 29, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 13.

Tabla 29 Resultados obtenidos salón de clase 13

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 176.81 | 238 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 2.17 | 2.82 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

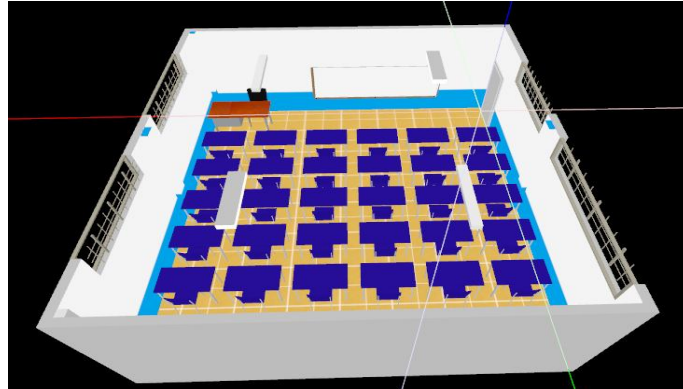
Figura 37 Distribución de las luminarias de salón de clase 13



4.4.14 Salón de clase 14

En la figura 38, se muestra la simulación en el DIALux del salón 14 del segundo piso.

Figura 38 Simulación estado actual del salón de clase 14

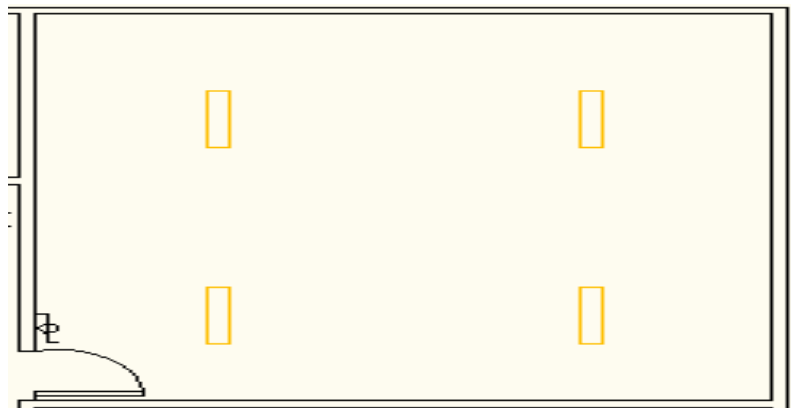


En la tabla 30, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 14.

Tabla 30 Resultados obtenidos salón de clase 14

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 140.75 | 0 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 1.69 | 0 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

Figura 39 Distribución de las luminarias de salón de clase 14

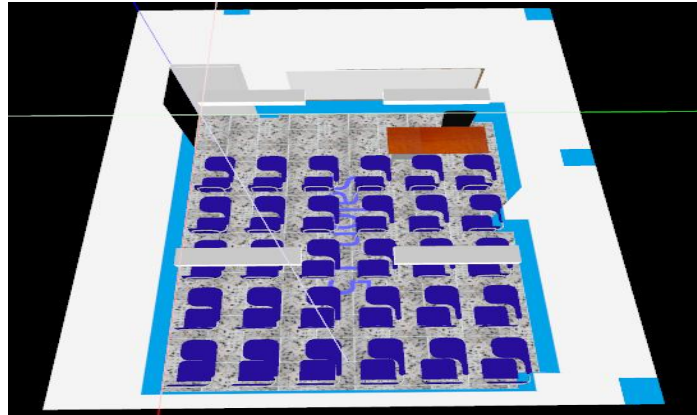


NOTA: En esta área no se puede realizar la simulación actual ni el rediseño ya que esta presenta problemas a la hora de realizar los cálculos.

4.4.15 Salón de clase 15

En la figura 40, se muestra la simulación en el DIALux del salón 15 del primer piso.

Figura 40 Simulación estado actual del salón de clase 15

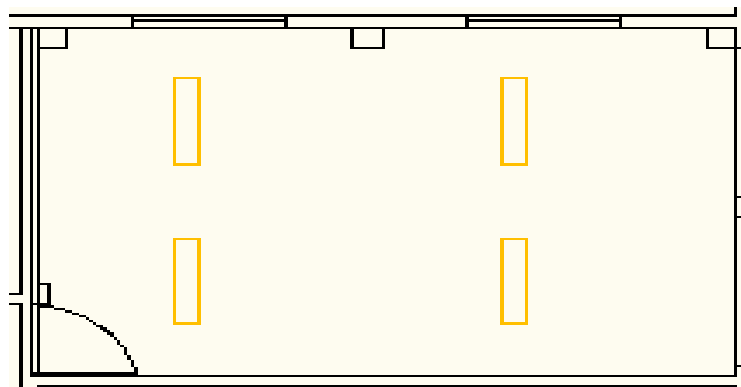


En la tabla 31, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 15.

Tabla 31 Resultados obtenidos salón de clase 15

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 142.81 | 293 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 2.93 | 2.50 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

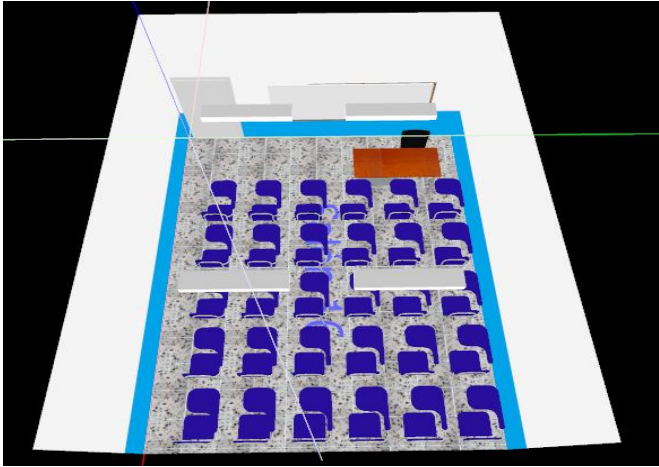
Figura 41 Distribución de las luminarias de salón de clase 15



4.4.16 Salón de clase 16

En la figura 42, se muestra la simulación en el DIALux del salón 16 del primer piso.

Figura 42 Simulación estado actual del salón de clase 16

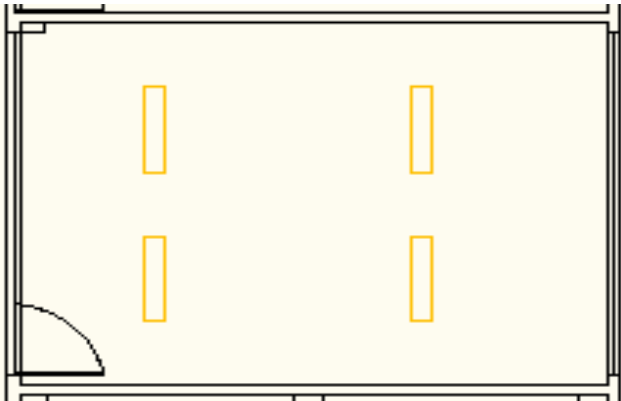


En la tabla 32, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 16.

Tabla 32 Resultados obtenidos salón de clase 16

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 86 | 292 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 4.63 | 2.39 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

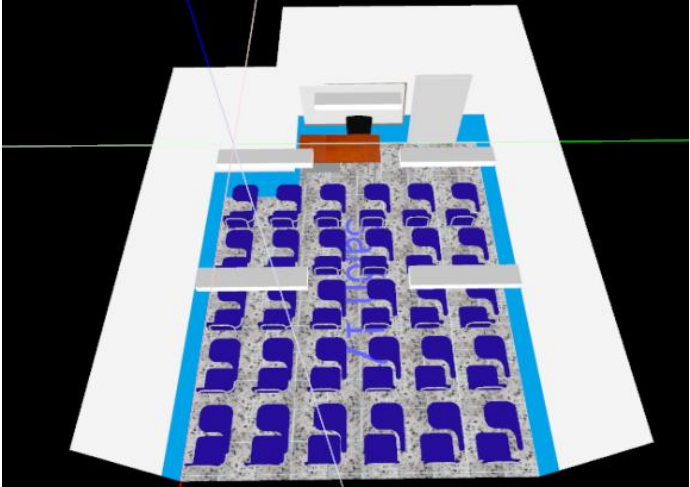
Figura 43 Distribución de las luminarias de salón de clase 16



4.4.17 Salón de clase 17

En la figura 44, se muestra la simulación en el DIALux del salón 17 del primer piso.

Figura 44 Simulación estado actual del salón de clase 17

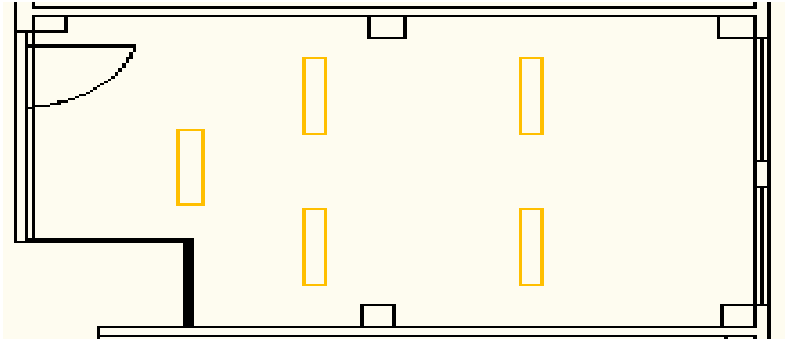


En la tabla 33, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 17.

Tabla 33 Resultados obtenidos salón de clase 17

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 77.26 | 387 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 5.29 | 2.51 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

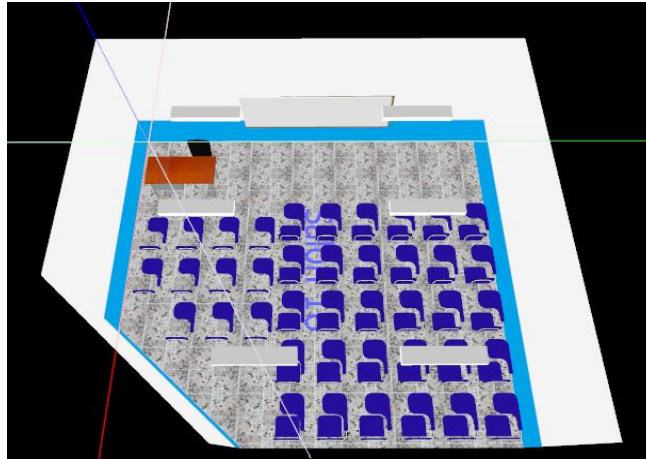
Figura 45 Distribución de las luminarias de salón de clase 17



4.4.18 Salón de clase 18

En la figura 46, se muestra la simulación en el DIALux del salón 18 del primer piso.

Figura 46 Simulación estado actual del salón de clase 18

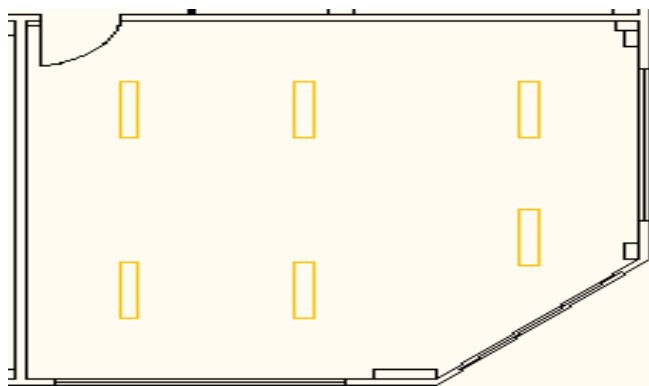


En la tabla 34, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 18.

Tabla 34 Resultados obtenidos salón de clase 18

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 132.41 | 290 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 2.75 | 2.34 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

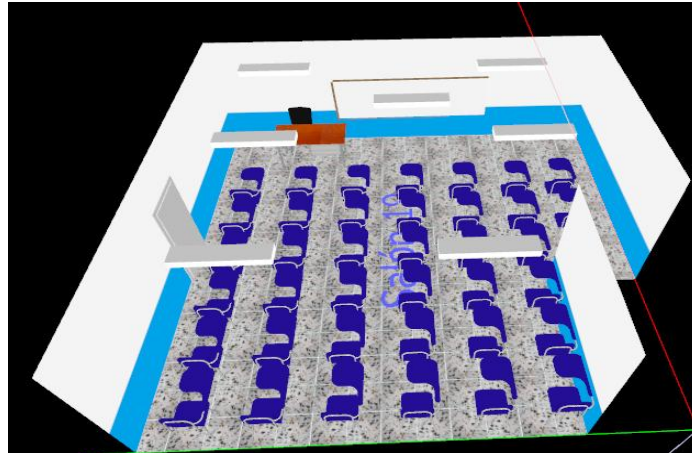
Figura 47 Distribución de las luminarias de salón de clase 18



4.4.19 Salón de clase 19

En la figura 48, se muestra la simulación en el DIALux del salón 19 del primer piso.

Figura 48 Simulación estado actual del salón de clase 19

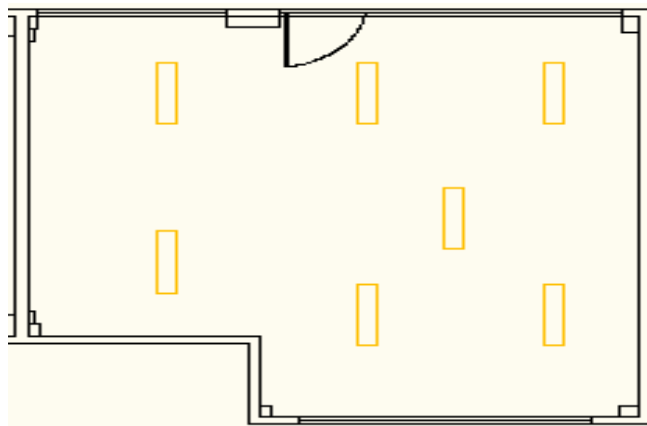


En la tabla 35, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 19.

Tabla 35 Resultados obtenidos salón de clase 19

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 47.66 | 363 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 7.53 | 2.20 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

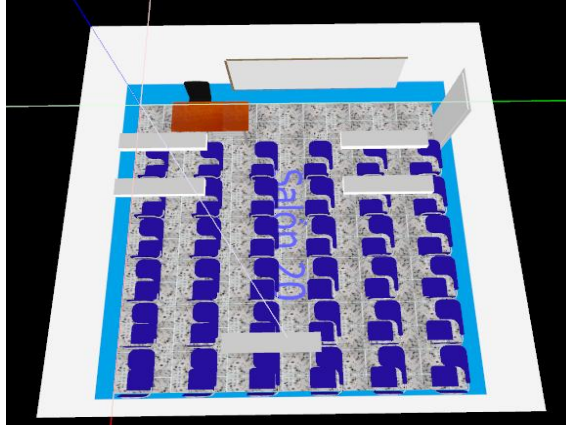
Figura 49 Distribución de las luminarias de salón de clase 19



4.4.20 Salón de clase 20

En la figura 50, se muestra la simulación en el DIALux del salón 20 del primer piso.

Figura 50 Simulación estado actual del salón de clase 20

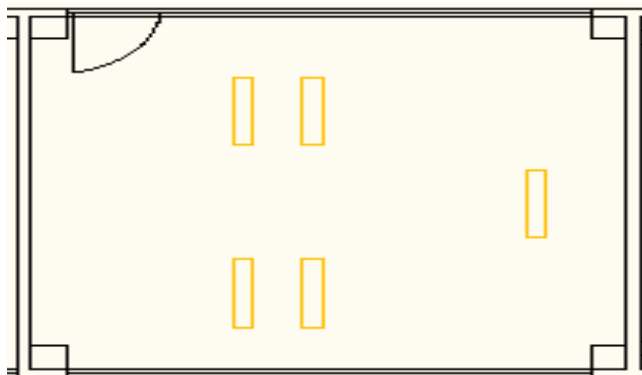


En la tabla 36, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 20.

Tabla 36 Resultados obtenidos salón de clase 20

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 63.66 | 330 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 5.34 | 2.26 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

Figura 51 Distribución de las luminarias de salón de clase 20



4.4.21 Salón de clase 21

En la figura 52, se muestra la simulación en el DIALux del salón 21 del primer piso.

Figura 52 Simulación estado actual del salón de clase 21

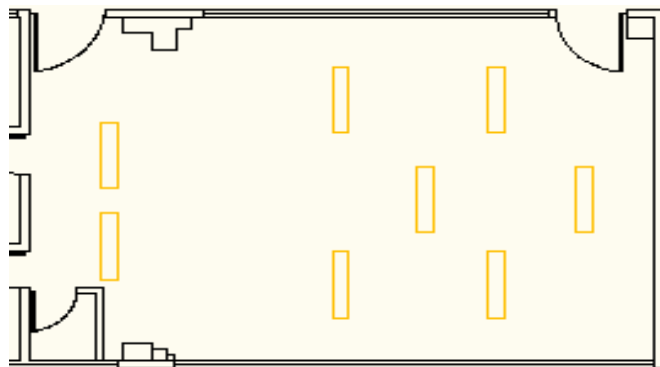


En la tabla 37, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 21.

Tabla 37 Resultados obtenidos salón de clase 21

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 9.01 | 411 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 4.36 | 2.20 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

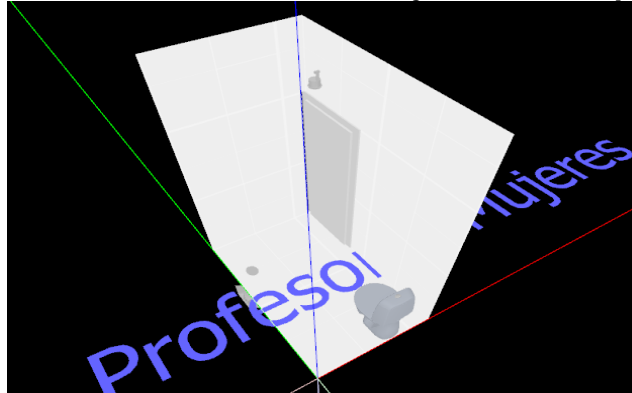
Figura 53 Distribución de las luminarias de salón de clase 21



4.4.22 Baños de mujeres sala de profesores salón 21

En la figura 54, se muestra la simulación en el DIALux del salón 21 del primer piso.

Figura 54 Simulación estado actual baño mujeres sala de profesores 21

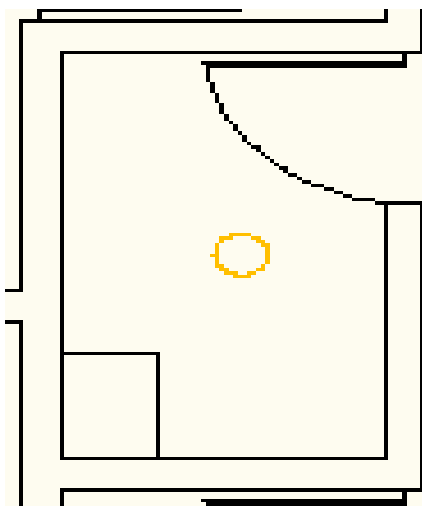


En la tabla 38, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de los baños de mujeres sala de profesores salón de clase 21.

Tabla 38 Resultados obtenidos baño mujeres sala de profesores salón 21

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 4.5 | 307 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 555.55 | 8.02 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

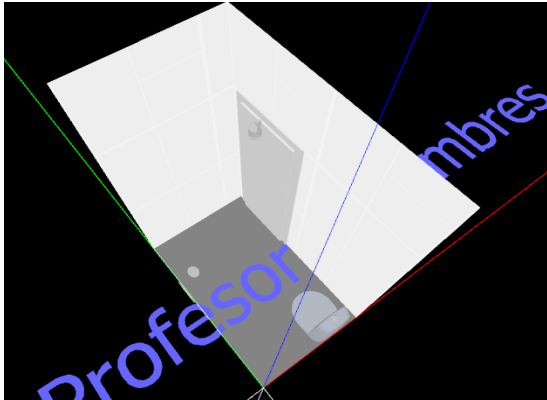
Figura 55 Distribución de las luminarias baño mujeres sala de profesores salón 22



4.4.23 Baño de hombres sala de profesores salón 21

En la figura 56, se muestra la simulación en el DIALux de los baños de la sala de profesores en el primer piso.

Figura 56 Simulación estado actual baños de hombres sala de profesores salón 21

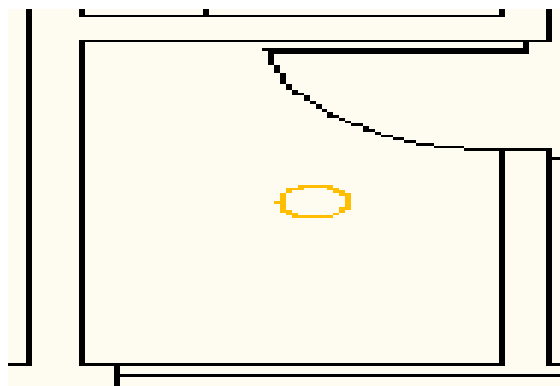


En la tabla 39, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados baño de hombres sala de profesores salón 21.

Tabla 39 Resultados obtenidos baño hombres sala de profesores salón 21

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 118.5 | 281 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 21.09 | 8.75 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

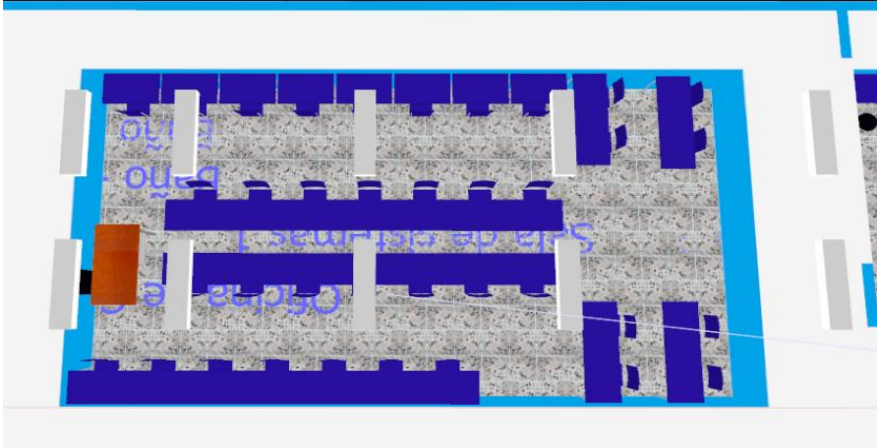
Figura 57 Distribución de las luminarias baño de hombre sala de profesores salón 21



4.4.24 Salón de clase 22

En la figura 58, se muestra la simulación en el DIALux del salón 22 del primer piso.

Figura 58 Simulación estado actual del salón de clase 22

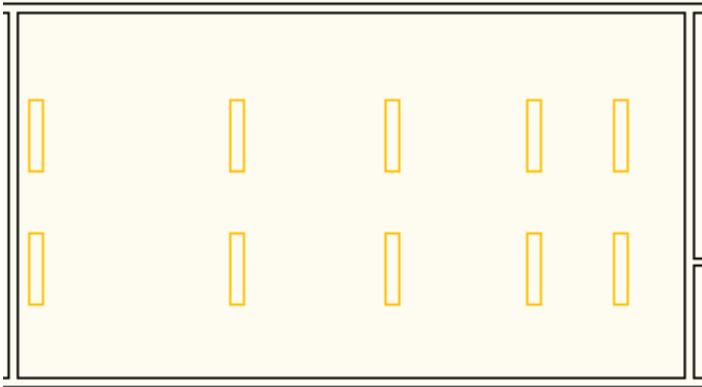


En la tabla 40, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 22.

Tabla 40 Resultados obtenidos salón de clase 22

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 145.87 | 400 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.43 | 2.19 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

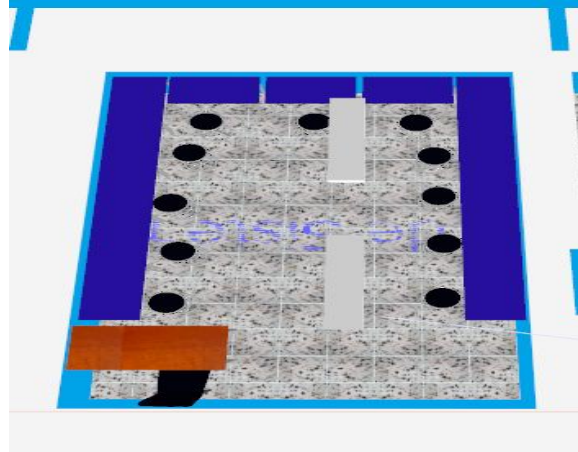
Figura 59 Distribución de las luminarias de salón de clase 22



4.4.25 Salón de clase 23

En la figura 60, se muestra la simulación en el DIALux del salón 23 del salón primer piso.

Figura 60 Simulación estado actual del salón de clase 23

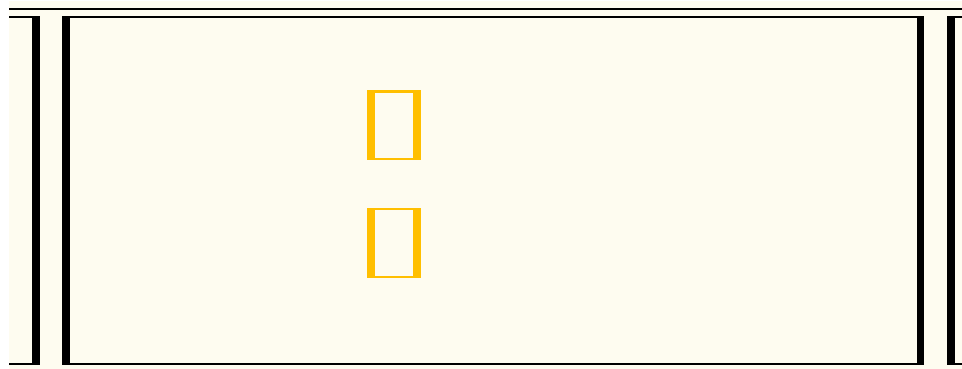


En la tabla 41 se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 23

Tabla 41 Resultados obtenidos salón de clase 23

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 86 | 211 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.04 | 2.18 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

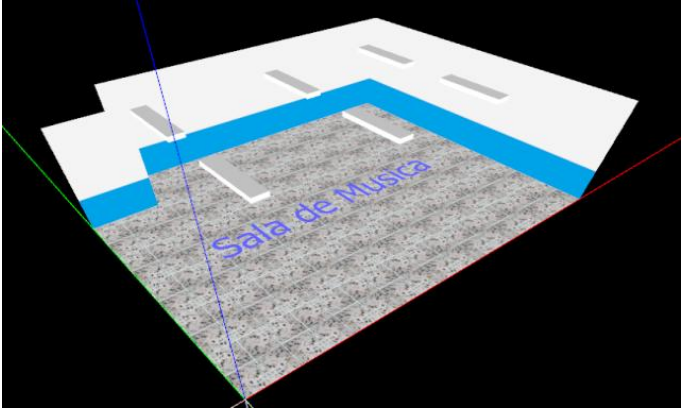
Figura 61 Distribución de las luminarias de salón de clase 23



4.4.26 Salón de clase 24

En la figura 62, muestra la simulación en el DIALux del salón 24 del primer piso.

Figura 62 Simulación estado actual del salón de clase 24

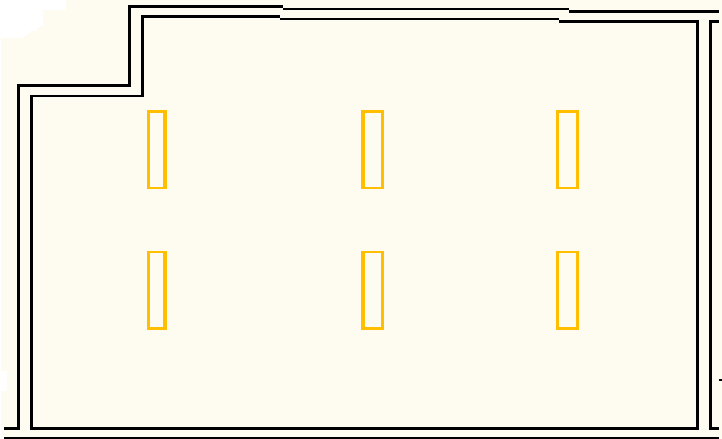


En la tabla 42, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 24.

Tabla 42 Resultados obtenidos salón de clase 24

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 125.4 | 434 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 4.99 | 1.77 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

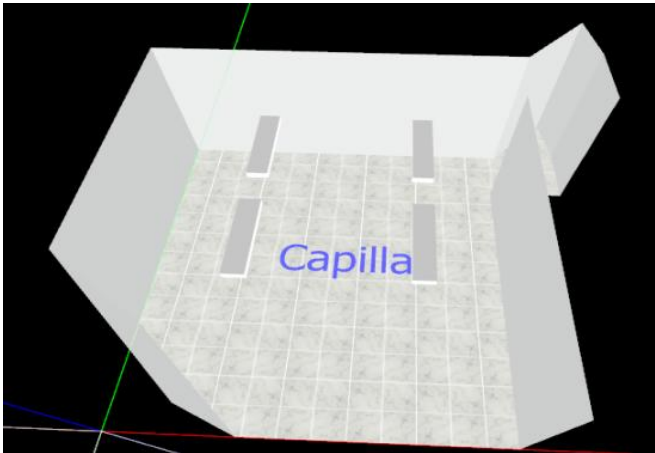
Figura 63 Distribución de las luminarias de salón de clase 24



4.4.27 Salón de clase 25

En la figura 64, se muestra la simulación en el DIALux del salón 25 del primer piso.

Figura 64 Simulación estado actual del salón de clase 25

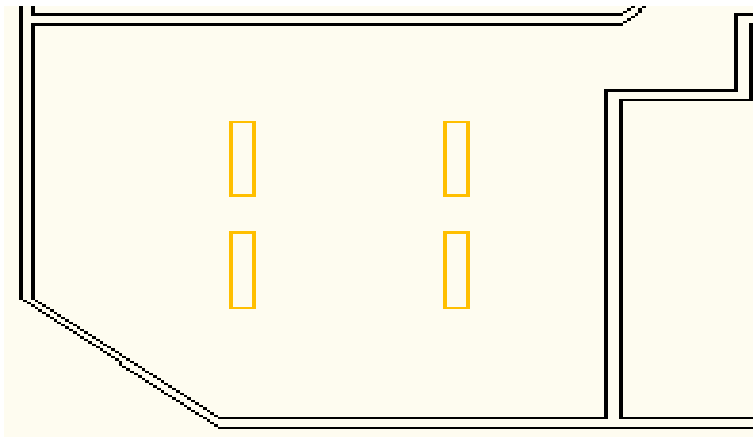


En la tabla 43, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 25.

Tabla 43 Resultados obtenidos salón de clase 25

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 217.93 | 624 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 2.12 | 1.21 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

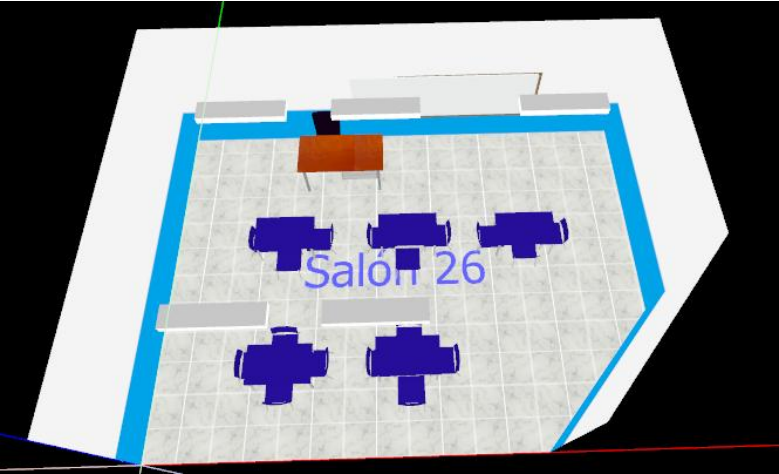
Figura 65 Distribución de las luminarias de salón de clase 25



4.4.28 Salón de clase 26

En la figura 66, se muestra la simulación en el DIALux del salón 26 del primer piso.

Figura 66 Simulación estado actual del salón de clase 26

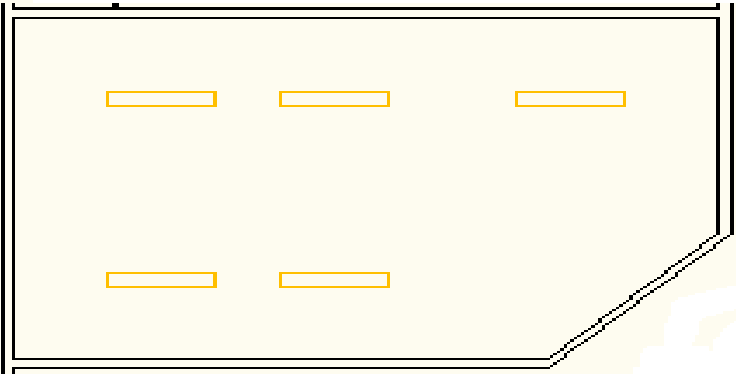


En la tabla 34, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 26.

Tabla 44 Resultados obtenidos salón de clase 26

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 126.65 | 557 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.70 | 1.29 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

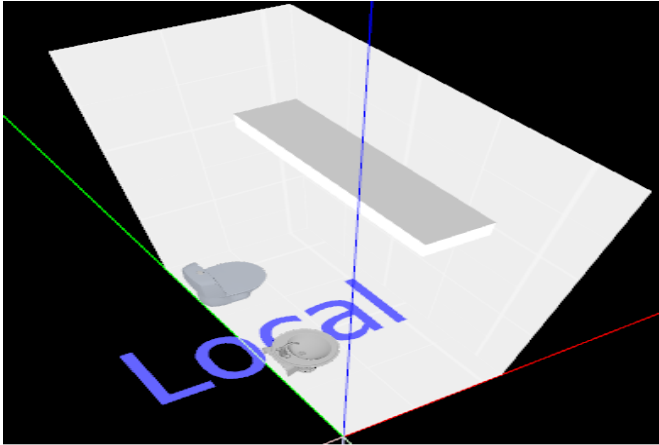
Figura 67 Distribución de las luminarias de salón de clase 26



4.4.29 Baño salón de clase 26

En la figura 68, se muestra la simulación en el DIALux del baño del salón clase 26 del primer piso.

Figura 68 Simulación estado actual baño salón de clase 26

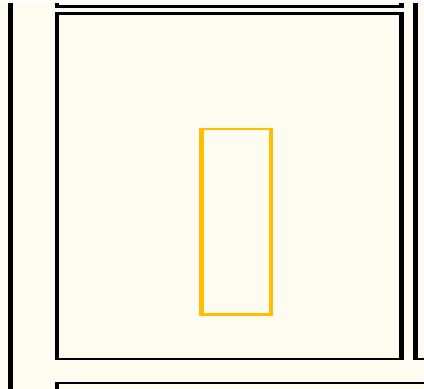


En la tabla 45, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del baño del salón de clase 26.

Tabla 45 Resultados obtenidos baño salón de clase 26

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 56.5 | 741 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 51.06 | 3.37 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

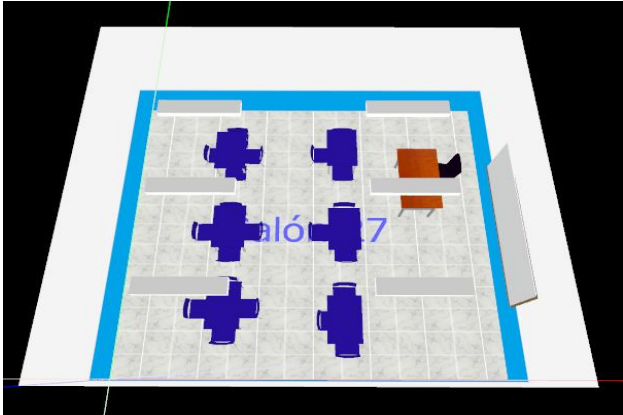
Figura 69 Distribución de las luminarias baño salón de clase 26



4.4.30 Salón de clase 27

En la figura 70, se muestra la simulación en el DIALux del salón 27 del primer piso.

Figura 70 Simulación estado actual del salón de clase 27

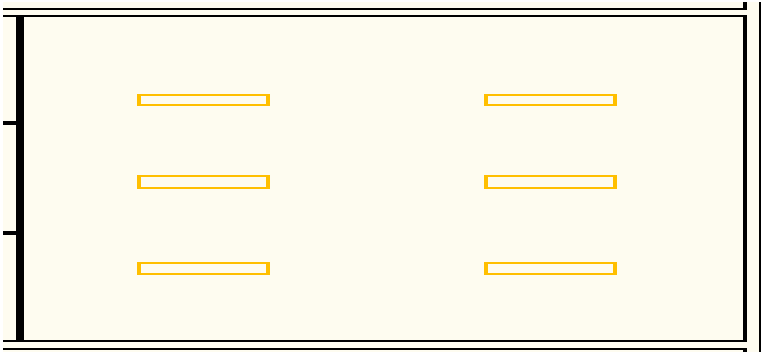


En la tabla 46, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 27.

Tabla 46 Resultados obtenidos salón de clase 27

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 106.5 | 709 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.84 | 1.18 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

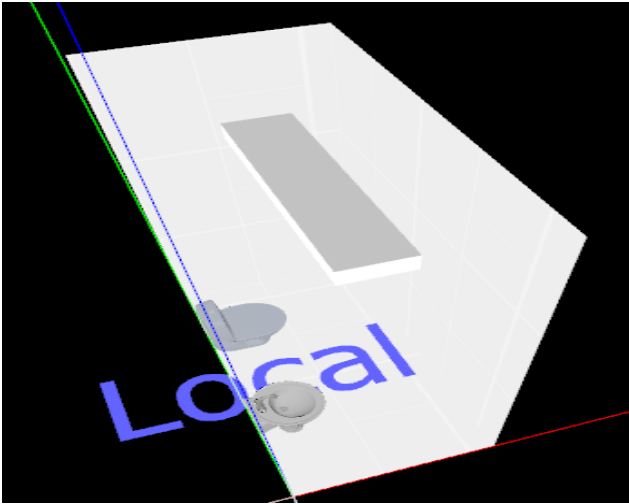
Figura 71 Distribución de las luminarias de salón de clase 27



4.4.31 Baño salón de clase 27

En la figura 72, se muestra la simulación en el DIALux del salón 27 del primer piso.

Figura 72 Simulación estado actual baño salón de clase 27

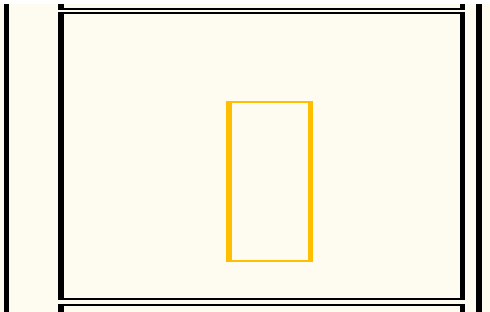


En la tabla 47, se da a conocer los resultados obtenidos y simulado del baño del salón de clase 27.

Tabla 47 Resultados obtenidos baño salón de clase 27

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 77 | 749 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 36.74 | 3.41 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

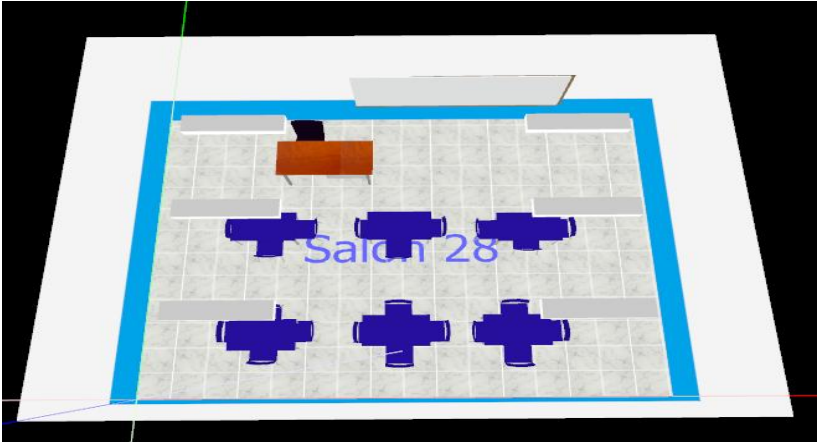
Figura 73 Distribución de las luminarias baño salón de clase 27



4.4.32 Salón de clase 28

En la figura 74, se muestra la simulación en el DIALux del salón 28 del primer piso.

Figura 74 Simulación estado actual del salón de clase 28

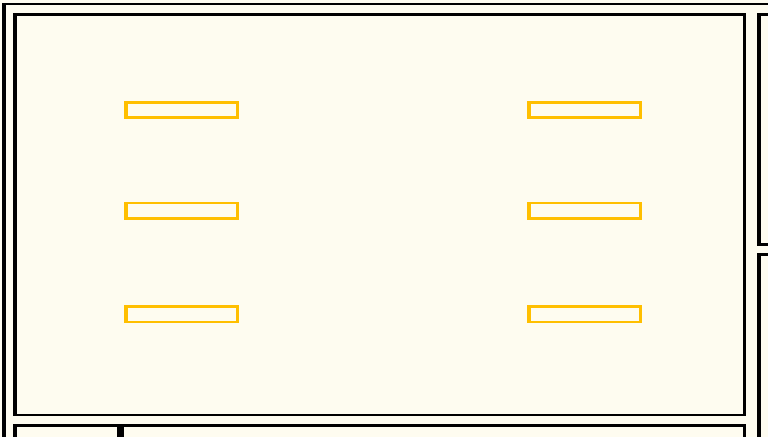


En la tabla 48, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del salón de clase 28.

Tabla 48 Resultados obtenidos salón de clase 28

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 176.08 | 676 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 2.51 | 1.25 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

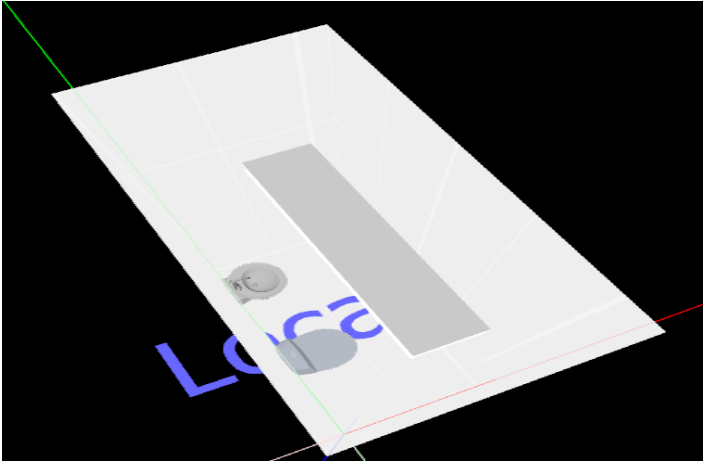
Figura 75 Distribución de las luminarias de salón de clase 28



4.4.33 Baño Salón de clase 28

En la figura 76, se muestra la simulación en el DIALux baño salón 28 del primer piso.

Figura 76 Simulación estado actual baño salón de clase 28

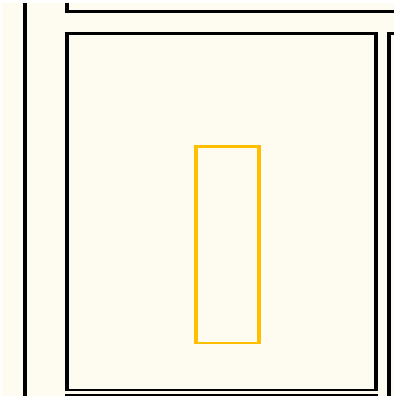


En la tabla 49, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados baño salón de clase 28.

Tabla 49 Resultados obtenidos baño salón de clase 28

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 55 | 794 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 52.46 | 3.41 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

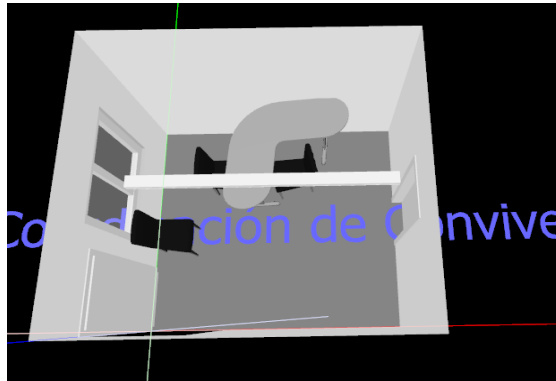
Figura 77 Distribución de las luminarias baño salón de clase 28



4.4.34 Oficina de coordinación convivencia social primer piso

En la figura 78, se muestra la simulación en el DIALux de la oficina de coordinación de convivencia del primer piso.

Figura 78 Simulación estado actual de la oficina de coordinación de convivencia social.

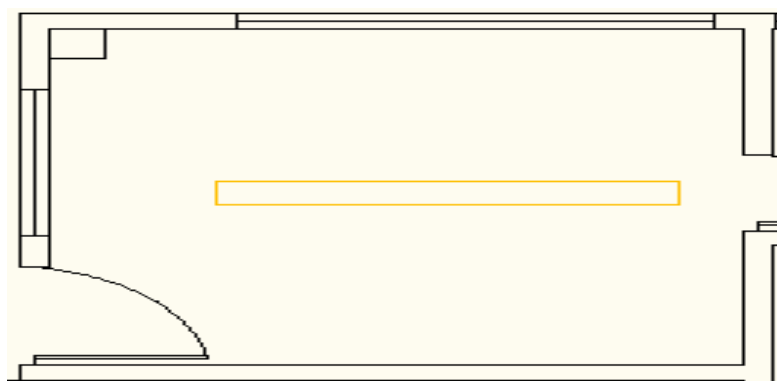


En la tabla 50, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de la oficina de coordinación de convivencia social primer piso.

Tabla 50 Resultados obtenidos oficina de coordinación de convivencia social primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 136.5 | 327 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 4.52 | 3.71 | 4 |
| UGR | ----- | 22 | 22 |

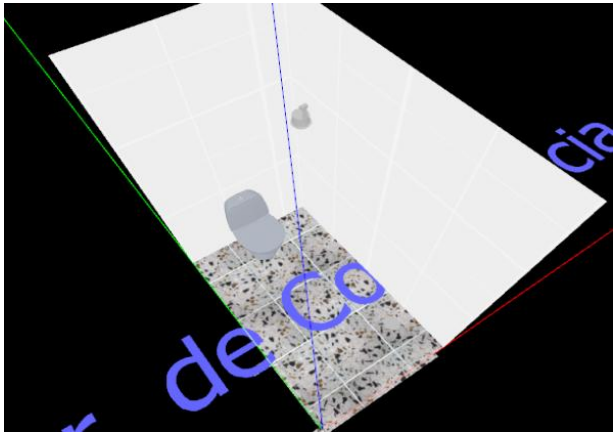
Figura 79 Distribución de las luminarias oficina de coordinación de convivencia social primer piso



4.4.35 Baño de la oficina de coordinación convivencia social primer piso

En la figura 80, se muestra la simulación en el DIALux del baño de la oficina de coordinación de convivencia del primer piso.

Figura 80 Simulación estado actual del baño de la oficina de coordinación de convivencia social

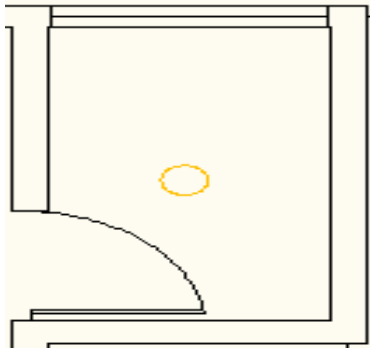


En la tabla 51, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del baño de la oficina de coordinación de convivencia social primer piso.

Tabla 51 resultados obtenidos del baño de la oficina de coordinación de convivencia social primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 86.75 | 282 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 27.66 | 8.61 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

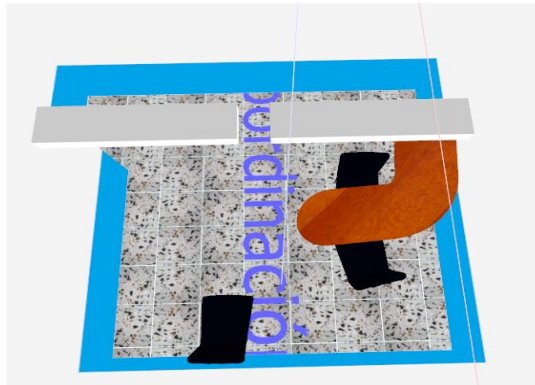
Figura 81 Distribución de las luminarias baño oficina de coordinación de convivencia social primer piso



4.4.36 Oficina de coordinación académica primer piso

En la figura 82, se muestra la simulación en el DIALux de la oficina de coordinación académica primer piso.

Figura 82 Simulación estado actual de la oficina de coordinación académica primer piso.

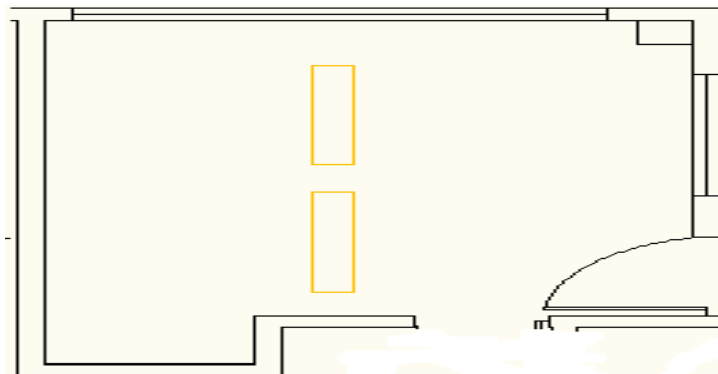


En la tabla 52, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de la oficina de coordinación académica primer piso.

Tabla 52 Resultados obtenidos oficina de coordinación académica primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 180 | 331 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 3.08 | 2.74 | 4 |
| UGR | ----- | 22 | 22 |

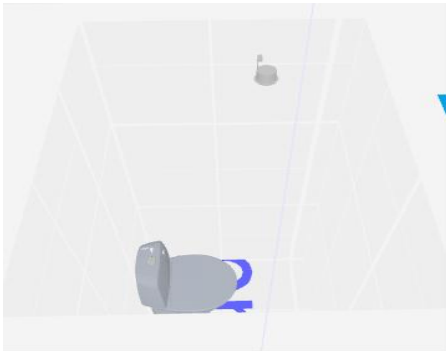
Figura 83 Distribución de las luminarias oficina de coordinación académica social primer piso



4.4.37 Baño de la oficina de coordinación académica primer piso

En la figura 84, se muestra la simulación en el DIALux del baño de la oficina de coordinación académica primer piso.

Figura 84 Simulación estado actual del baño de la oficina de coordinación académica primer piso.

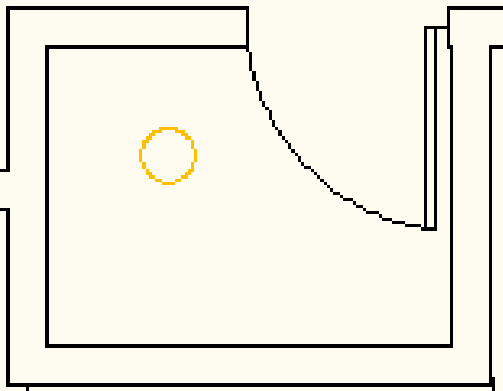


En la tabla 53, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del baño de la oficina de coordinación académica primer piso,

Tabla 53 Resultados obtenidos del baño de la oficina de coordinación académica primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 124.25 | 394 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 29.26 | 9.22 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

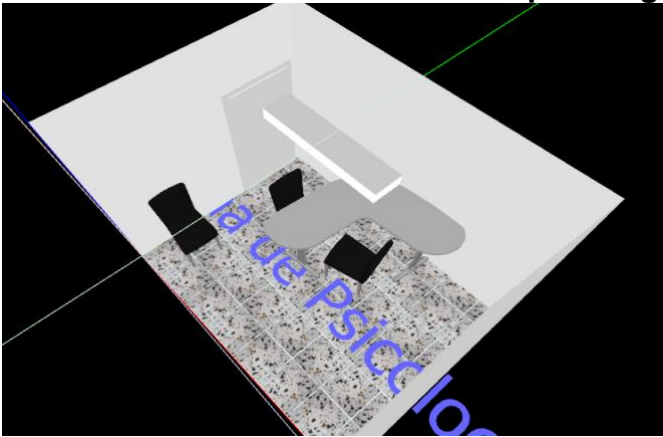
Figura 85 Distribución de las lumi,narias baño oficina de coordinación académica primer piso



4.4.38 Oficina de psicología primer piso

En la figura 86, se muestra la simulación en el DIALux de la oficina de psicología primer piso.

Figura 86 Simulación estado actual de la oficina de psicología primer piso.

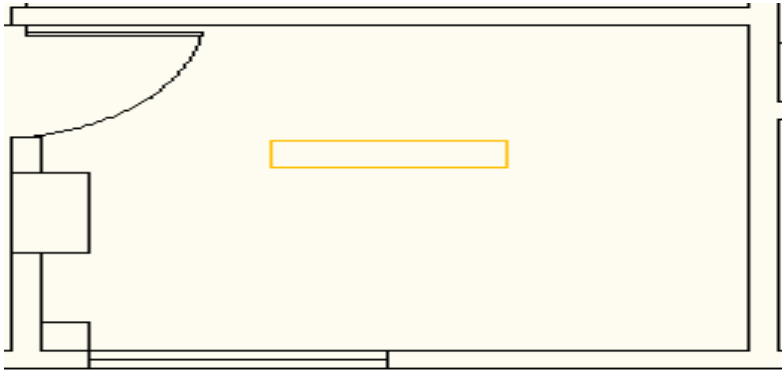


En la tabla 54, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de la oficina de psicología primer piso.

Tabla 54 Resultados obtenidos oficina de psicología primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 158.75 | 229 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.89 | 2.70 | 4 |
| UGR | ----- | 22 | 22 |

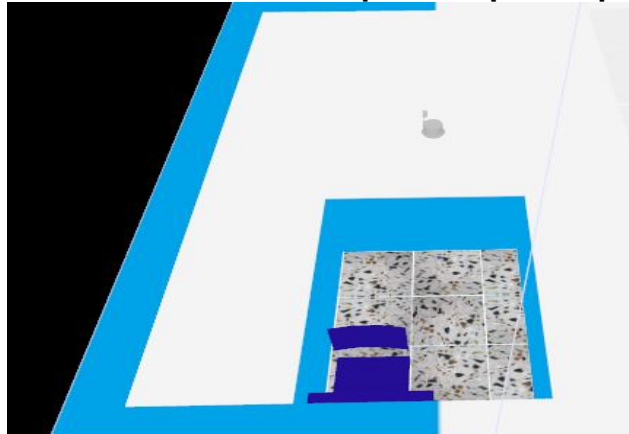
Figura 87 Distribución de las luminarias oficina de primer piso psicología primer piso



4.4.39 Portería primer piso

En la figura 88, se muestra la simulación en el DIALux de la portería primer piso.

Figura 88 Simulación estado actual de la portería primer piso.

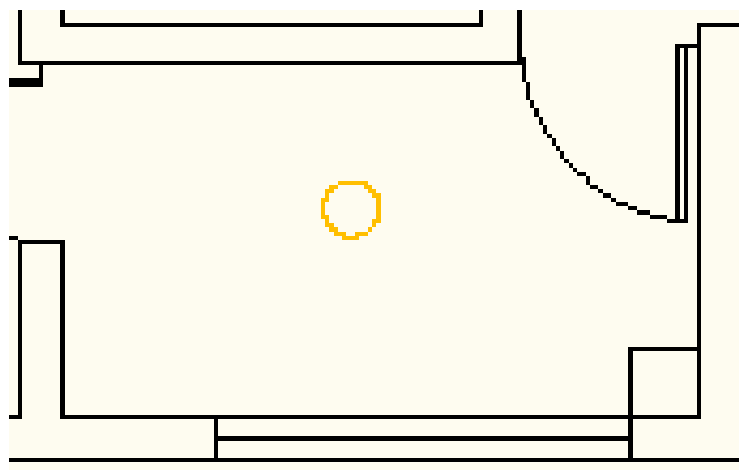


En la tabla 55, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de la portería primer piso.

Tabla 55 Resultados obtenidos portería primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 192 | 226 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 13.11 | 9.16 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

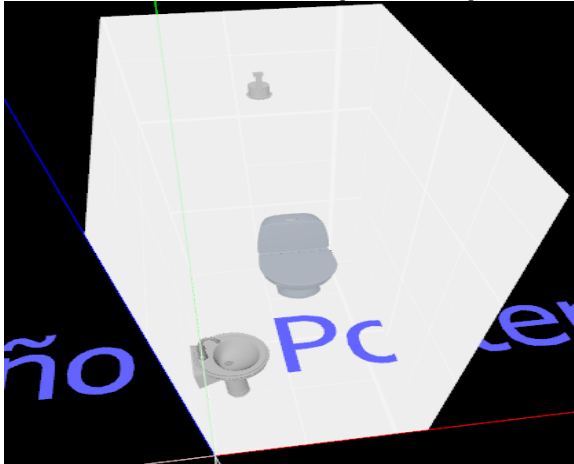
Figura 89 Distribución de las luminarias portería social primer piso



4.4.40 Baño Portería primer piso

En la figura 90, se muestra la simulación en el DIALux del baño de la portería primer piso.

Figura 90 Simulación estado actual baño portería primer piso.

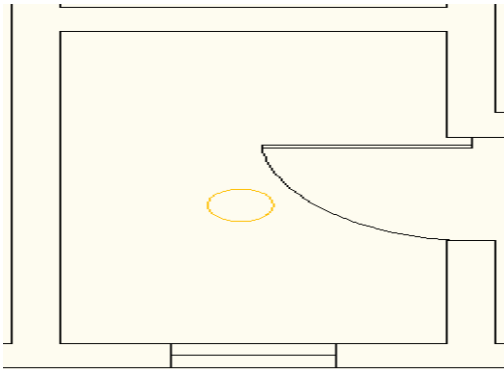


En la tabla 56, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados baño portería primer piso.

Tabla 56 Resultados obtenidos baño portería primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 148 | 351 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 17.93 | 7.64 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

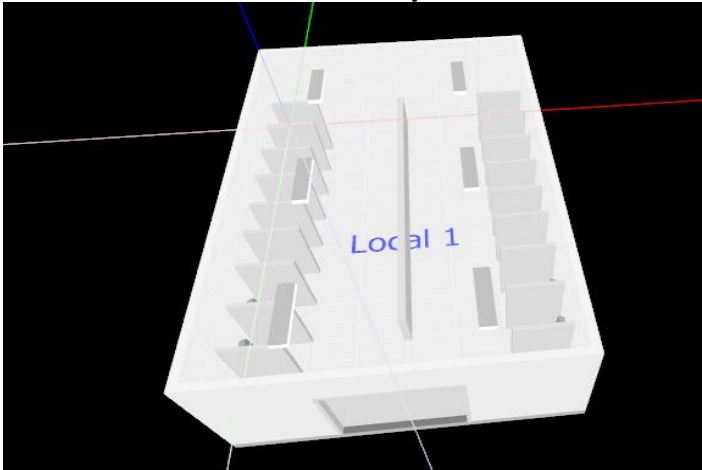
Figura 91 Distribución de las luminarias baño portería primer piso



4.4.41 Baño públicos

En la figura 92, se muestra la simulación en el DIALux baños públicos.

Figura 92 Simulación estado actual baños públicos.

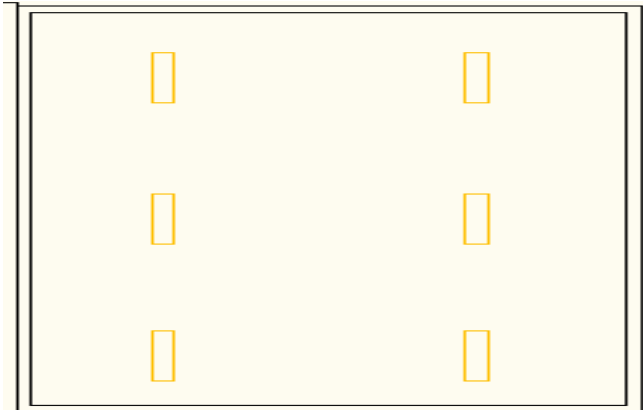


En la tabla 57, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de los baños públicos.

Tabla 57 resultados obtenidos baños públicos

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 138.29 | 620 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 2.69 | 6.45 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

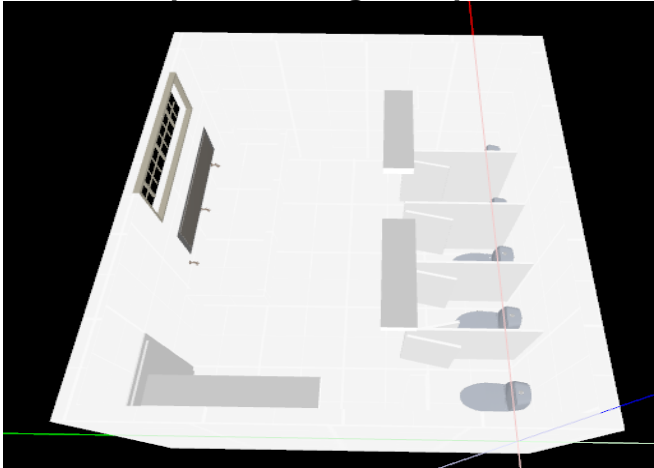
Figura 93 Distribución de las luminarias baños públicos primer piso



4.4.42 Baño segundo piso

En la figura 94, se muestra la simulación en el DIALux de los baños públicos del segundo piso.

Figura 94 simulación baños públicos segundo piso

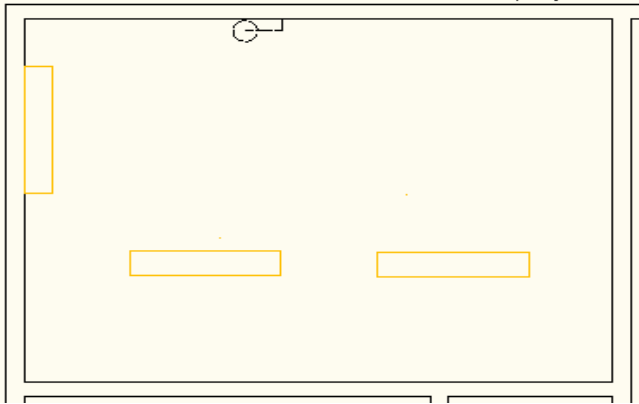


En la tabla 58, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados baños públicos.

Tabla 58 Resultados obtenidos baños públicos segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 80.5 | 536 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 5.47 | 10.01 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

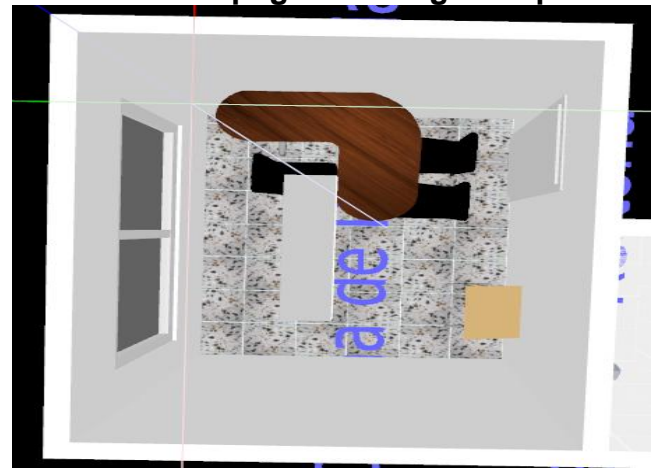
Figura 95 Distribución de las luminarias baño segundo piso



4.4.43 Oficina de pagaduría.

En la figura 96, se muestra la simulación en el DIALux de la oficina de pagaduría segundo piso.

Figura 96 Simulación oficina de pagaduría segundo piso

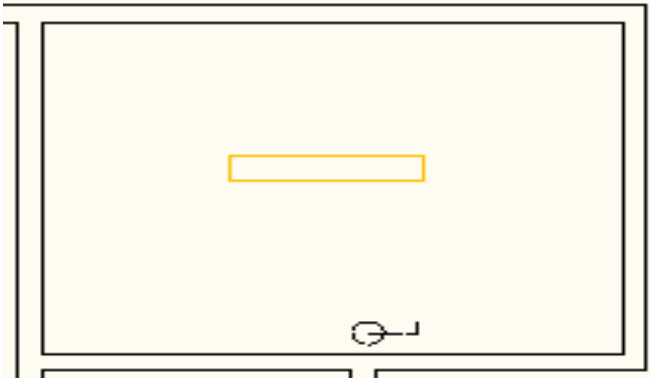


En la tabla 59, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de la oficina de pagaduría segundo piso.

Tabla 59 Resultados obtenidos oficina de pagaduría

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 121.25 | 187 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 5.68 | 6.03 | 4 |
| UGR | ----- | 22 | 22 |

Figura 97 Distribución de las luminarias oficina de pagaduría primer piso



4.4.44 Oficina de rectoría.

En la figura 98, se muestra la simulación en el DIALux de la oficina de rectoría

Figura 98 Simulación oficina de rectoría

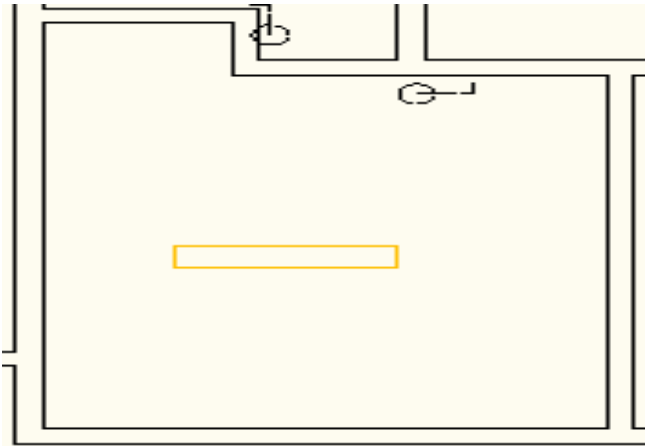


En la tabla 60, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de la oficina de rectoría.

Tabla 60 Resultados obtenidos de la oficina de rectoría

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 151.25 | 161 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 4.46 | 5.45 | 4 |
| UGR | ----- | 22 | 22 |

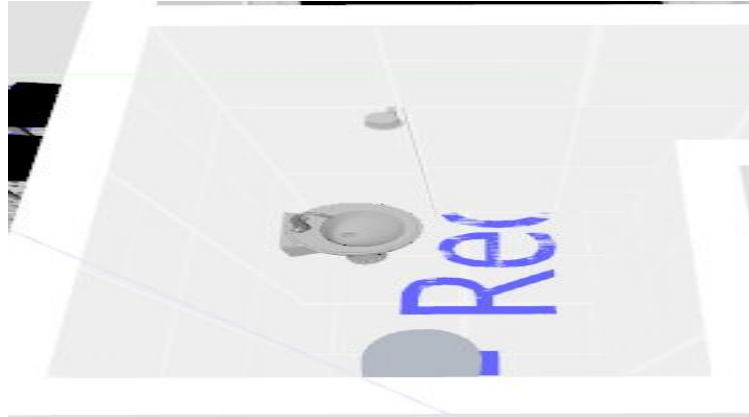
Figura 99 Distribución de las luminarias oficina de rectoría



4.4.45 Baño rectoría

En la figura 100, se muestra la simulación en el DIALux del baño de la oficina de rectoría.

Figura 100 Simulación baño de rectoría.

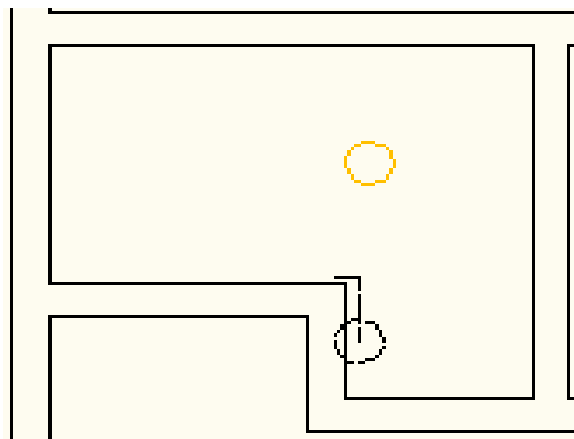


En la tabla 61, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del baño de la oficina de rectoría.

Tabla 61 Resultados obtenidos baño de la oficina de rectoría

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 113 | 283 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 25.04 | 22.63 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

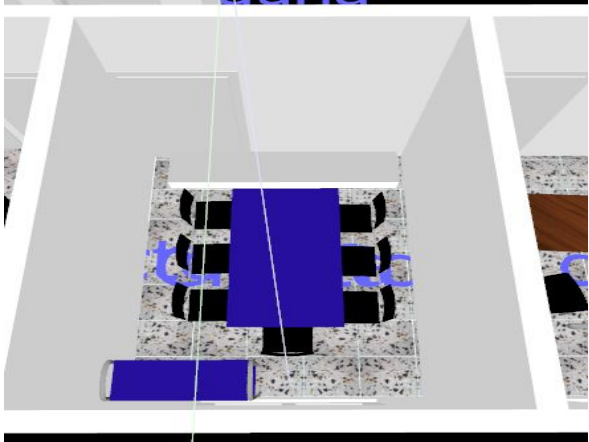
Figura 101 Distribución de las luminarias baño de la oficina de rectoría



4.4.46 Cocineta 2 piso

En la figura 102, se muestra la simulación en el DIALux de la cocineta.

Figura 102 Simulación de la cocineta

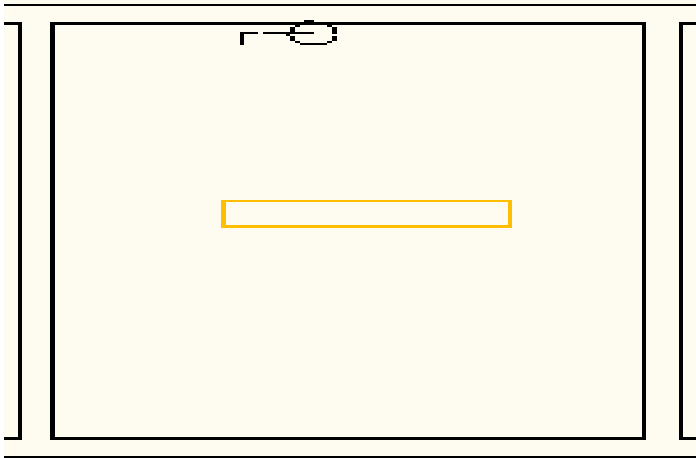


En la tabla 62, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de la cocineta.

Tabla 62 Resultados obtenidos cocineta

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 143.5 | 249 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 5.59 | 7.04 | 4 |
| UGR | ----- | 22 | 22 |

Figura 103 Distribución de las luminarias cocineta



4.4.47 Oficina de secretaria

En la figura 104, se muestra la simulación en el DIALux de la oficina de secretaria.

Figura 104 Simulación oficina de secretaria

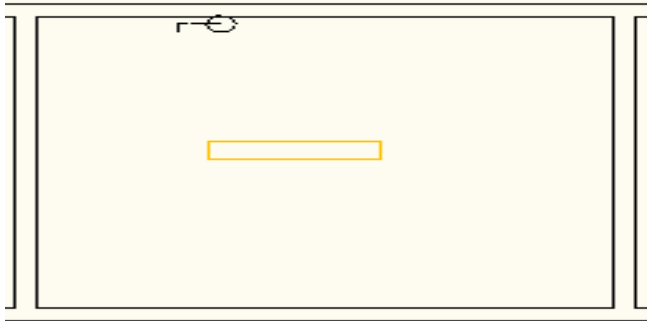


En la tabla 63, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de la oficina de secretaria.

Tabla 63 Resultados obtenidos oficina de secretaria

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 175.75 | 138 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 3.92 | 4.32 | 4 |
| UGR | ----- | 22 | 22 |

Figura 105 Distribución de las luminarias oficina de secretaria



4.4.48 Oficina sala de juntas segundo piso

En la figura 106, se muestra la simulación en el DIALux de la oficina de sala de juntas segundo piso.

Figura 106 Simulación oficina sala de juntas segundo piso

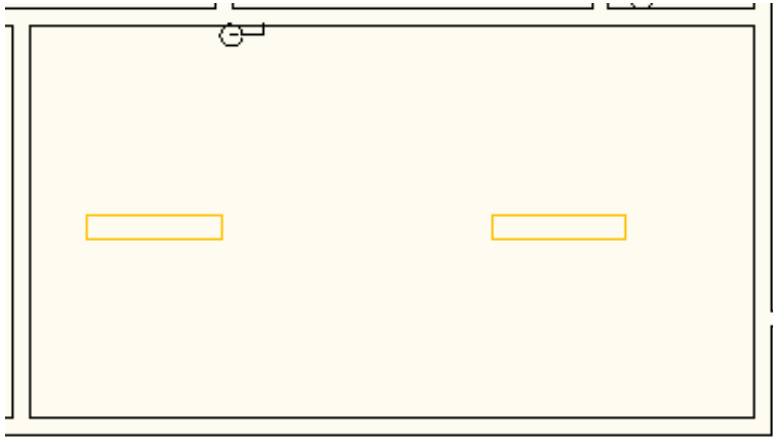


En la tabla 64, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados de la oficina de coordinación segundo piso.

Tabla 64 Resultados obtenidos oficina sala de juntas segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 157.5 | 189 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.92 | 5.41 | 4 |
| UGR | ----- | 22 | 22 |

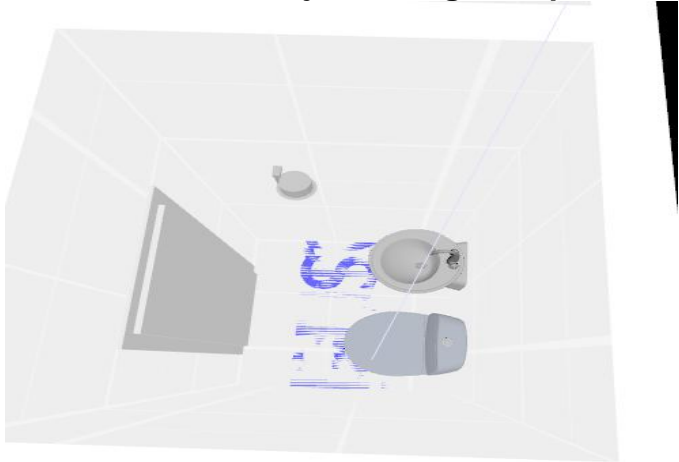
Figura 107 Distribución de las luminarias oficina de sala de juntas segundo piso



4.4.49 Baño sala de juntas

En la figura 108, se muestra la simulación en el DIALux baño sala de juntas segundo piso.

Figura 108 Simulación baño sala de juntas segundo piso

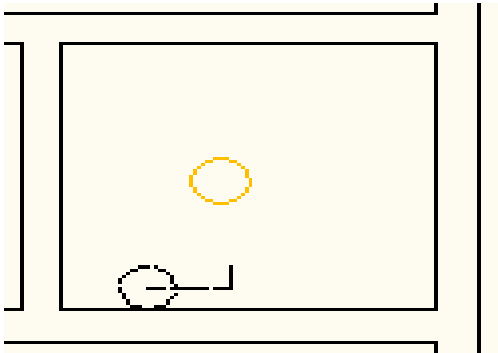


En la tabla 65, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del baño sala de juntas segundo piso.

Tabla 65 Resultados obtenidos baño sala de juntas segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 233.5 | 382 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 15.96 | 37.19 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

Figura 109 Distribución de las luminarias baño sala de juntas segundo piso



4.4.50 Baño de profesores segundo piso

En la figura 110, se muestra la simulación en el DIALux baño de profesores segundo piso.

Figura 110 Simulación baño de profesores segundo piso

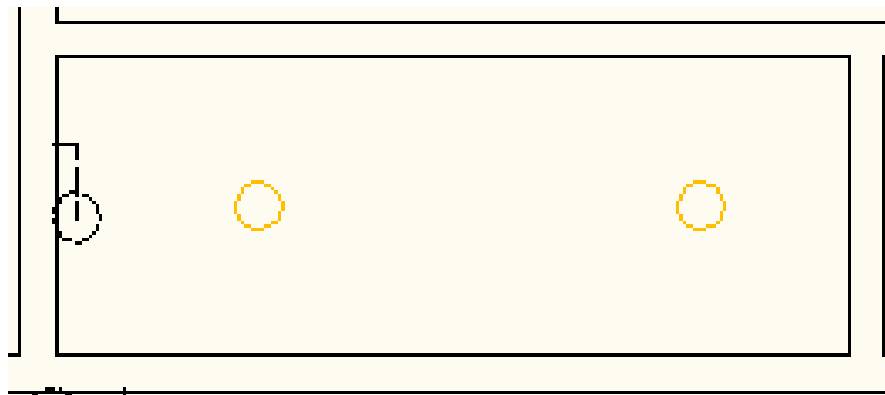


En la tabla 66, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del baño de profesores segundo piso.

Tabla 66 Resultados obtenidos baño de profesores segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 112.25 | 395 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 13.36 | 29.83 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

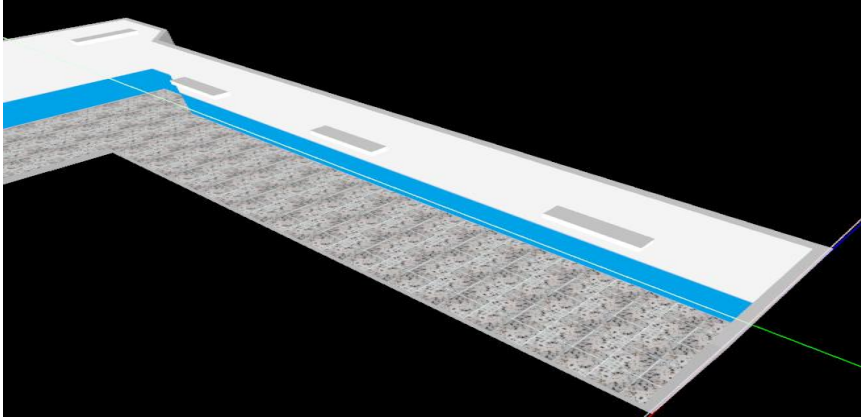
Figura 111 Distribución de las luminarias baño de profesores segundo piso



4.4.51 Pasillo 1 primer piso

En la figura 112, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 1 del primer piso.

Figura 112 Simulación pasillo 1 primer piso

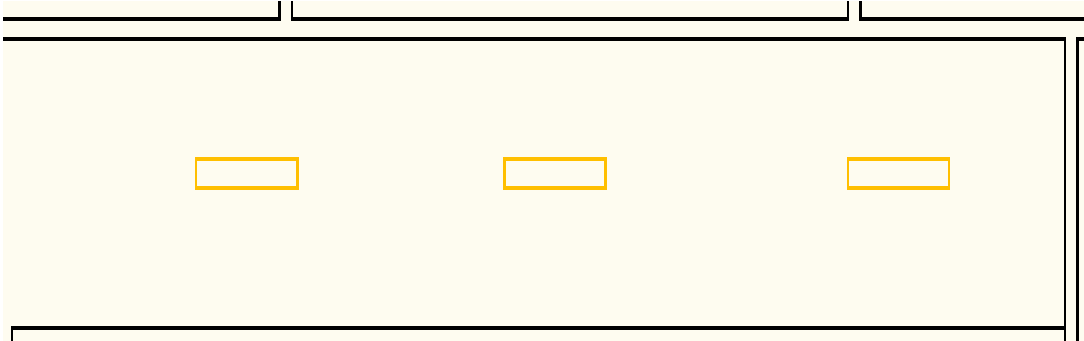


En la tabla 67, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 1 del primer piso.

Tabla 67 Resultados obtenidos pasillo 1 primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 86.16 | 188 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 6.7 | 2.66 | 4.5 |
| UGR | ----- | 25 | 25 |

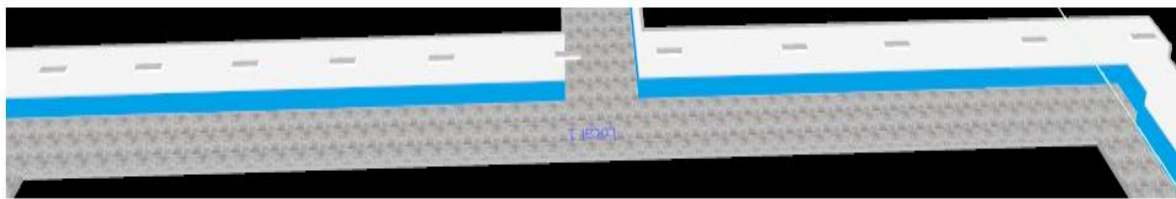
Figura 113 Distribución de las luminarias pasillo 1 primer piso



4.4.52 Pasillo 2 primer piso

En la figura 114, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 2 del primer piso

Figura 114 Simulación pasillo 2 primer piso

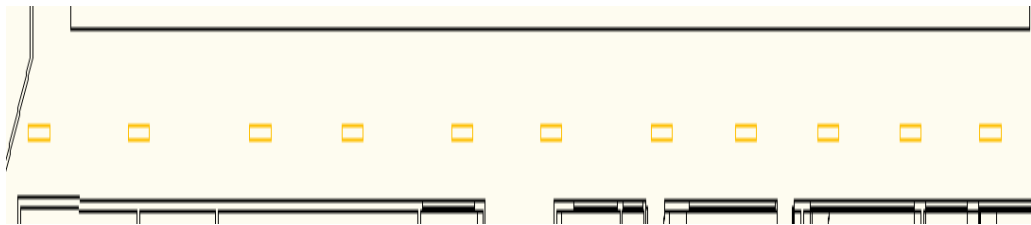


En la tabla 68, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 2 del primer piso.

Tabla 68 Resultados obtenidos pasillo 2 primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 45.79 | 188 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 46.80 | 2.66 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

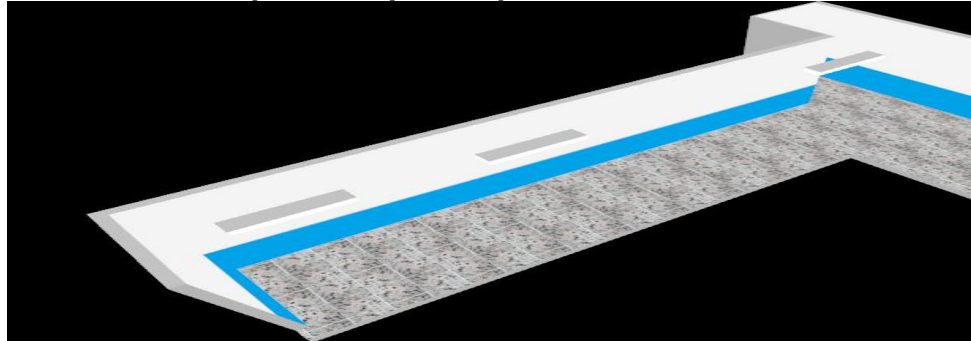
Figura 115 Distribución de las luminarias pasillo 2 primer piso



4.4.53 Pasillo 3 primer piso

En la figura 116, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 3 del primer piso

Figura 116 Simulación pasillo 3 primer piso

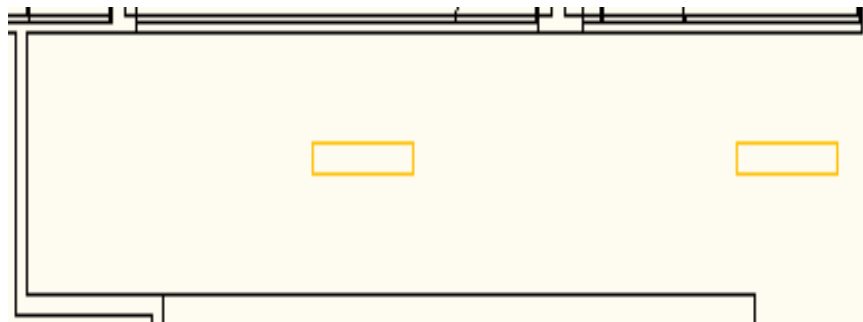


En la tabla 69, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 3 del primer piso.

Tabla 69 Resultados obtenidos pasillo 3 primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 1 | 188 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 386.24 | 2.66 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

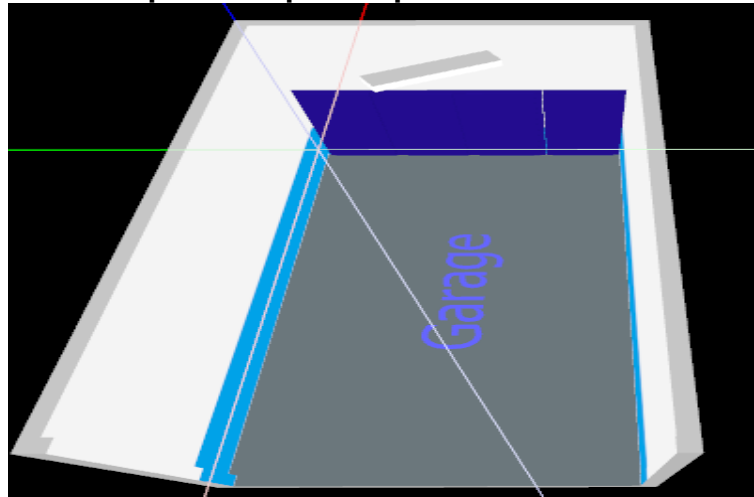
Figura 117 Distribución de las luminarias pasillo 3 primer piso



4.4.54 Pasillo 4 primer piso

En la figura 118, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 4 del primer piso

Figura 118 Simulación pasillo 4 primer piso

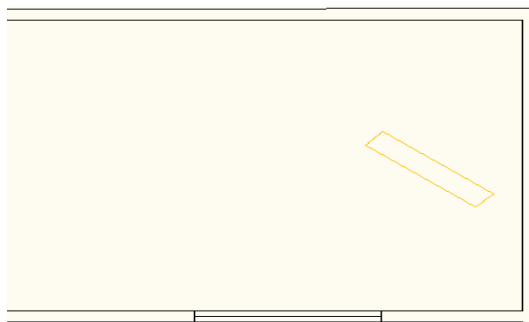


En la tabla 69, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 4 del primer piso.

Tabla 70 Resultados obtenidos pasillo 4 primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 157 | 188 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 1.22 | 2.66 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

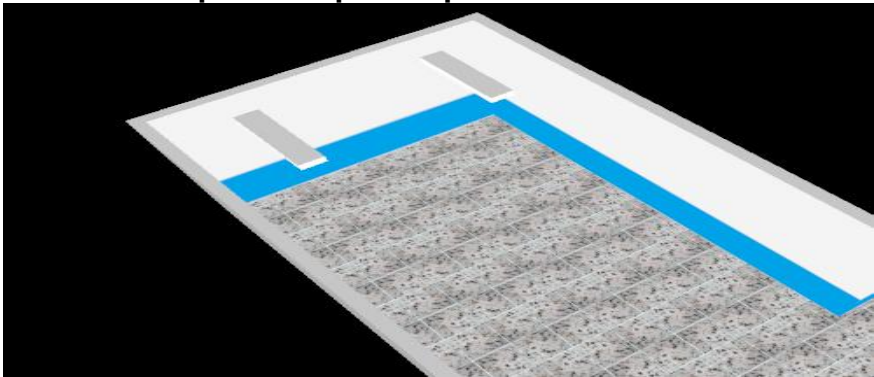
Figura 119 Distribución de las luminarias pasillo 4 primer piso



4.4.55 Pasillo 5 primer piso

En la figura 120, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 5 del primer piso.

Figura 120 Simulación pasillo 5 primer piso

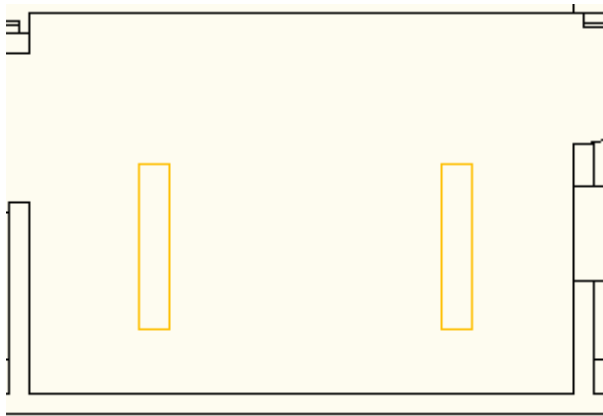


En la tabla 71, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 5 del primer piso.

Tabla 71 Resultados obtenidos pasillo 5 primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 27 | 188 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 7.13 | 2.66 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

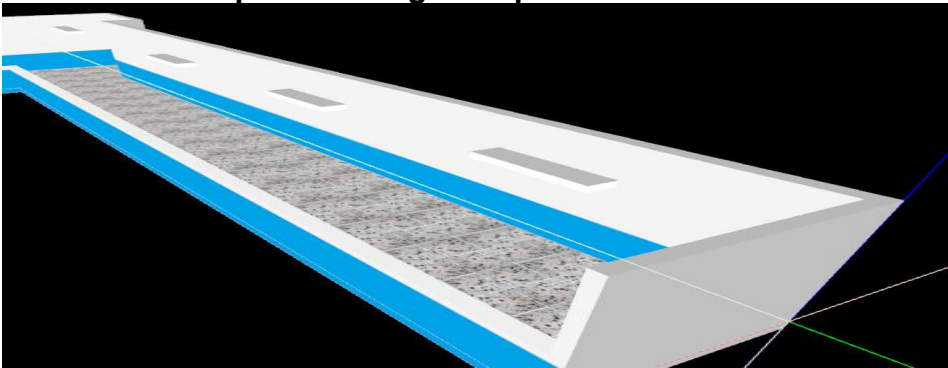
Figura 121 Distribución de las luminarias pasillo 5 primer piso



4.4.56 Pasillo 1 segundo piso

En la figura 122, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 1 del segundo piso.

Figura 122 Simulación pasillo 1 segundo piso

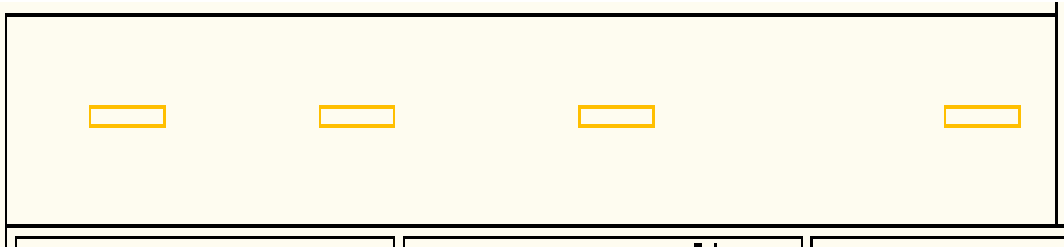


En la tabla 72, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 1 del segundo piso.

Tabla 72 Resultados obtenidos pasillo 1 segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 116.24 | 177 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 6.64 | 2.62 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

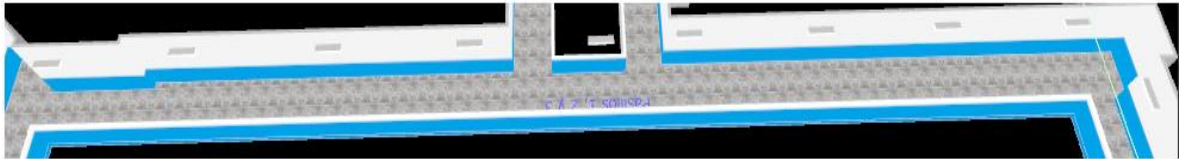
Figura 123 Distribución de las luminarias pasillo 1segundo piso



4.4.57 Pasillo 2 segundo piso

En la figura 124, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 2 del segundo piso.

Figura 124 Simulación obtenida pasillo 2 segundo piso

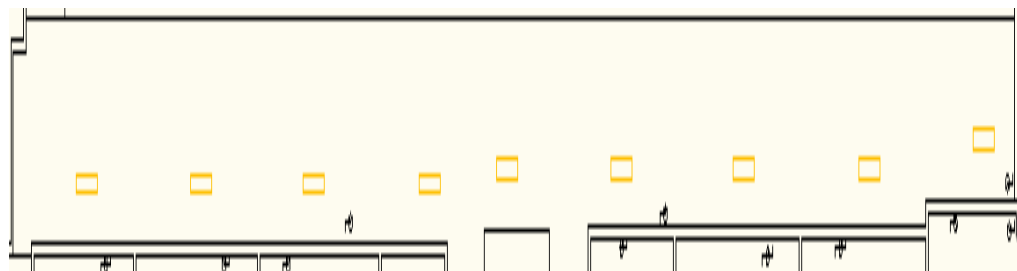


En la tabla 73, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 2 del segundo piso.

Tabla 73 Resultados obtenidos pasillo 2 segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 44.33 | 177 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 39.20 | 2.62 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

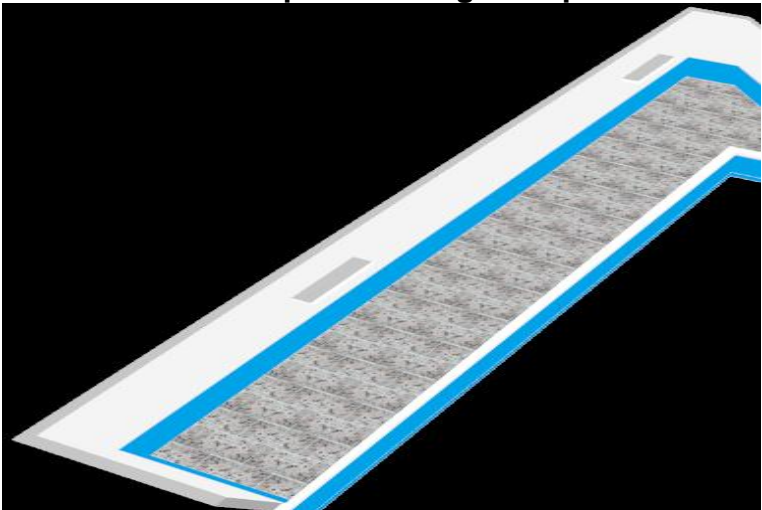
Figura 125 Distribución de las luminarias pasillo 2 segundo piso



4.4.58 Pasillo 3 segundo piso

En la figura 126, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 3 del segundo piso.

Figura 126 Simulación obtenida pasillo 3 segundo piso

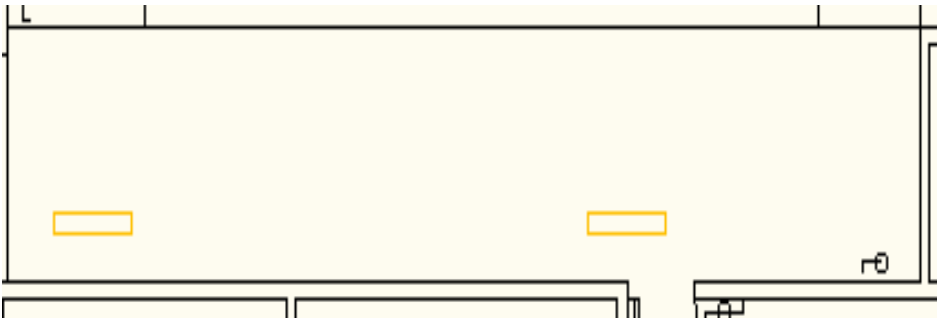


En la tabla 74, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 3 del segundo piso.

Tabla 74 Resultados obtenidos pasillo 3 segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx | 52 | 177 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 7.42 | 2.62 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

Figura 127 Distribución de las luminarias pasillo 3 segundo piso



4.4.59 Pasillo 4 segundo piso

En la figura 128, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 4 del segundo piso.

Figura 128 Simulación obtenida pasillo 4 segundo piso

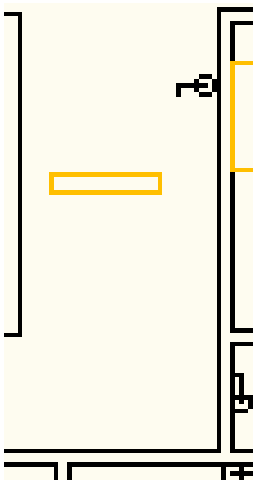


En la tabla 75, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 4 del segundo piso.

Tabla 75 Resultados obtenidos pasillo 4 segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 39 | 177 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 4.88 | 2.62 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

Figura 129 Distribución de las luminarias pasillo 4 segundo piso



4.4.60 Pasillo 5 segundo piso

En la figura 130, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 5 del segundo piso.

Figura 130 Simulación pasillo 5 segundo piso

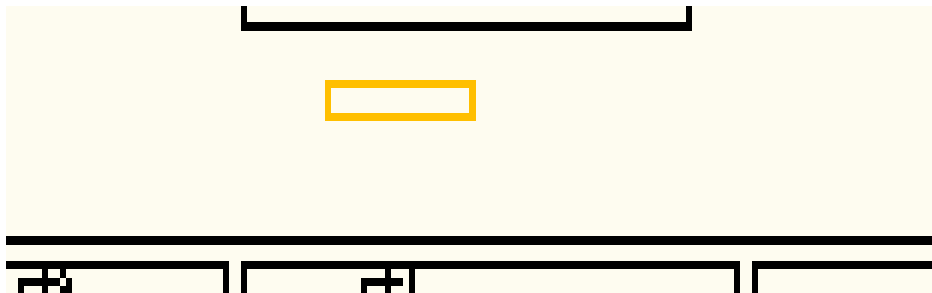


En la tabla 76, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 5 del segundo piso.

Tabla 76 Resultados obtenidos pasillo 5 segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 47.75 | 177 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 4.04 | 2.62 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

Figura 131 Distribución de las luminarias pasillo 5 segundo piso



4.4.61 Pasillo 6 segundo piso

En la figura 132, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo 6 del segundo piso.

Figura 132 Simulación pasillo 6 segundo piso

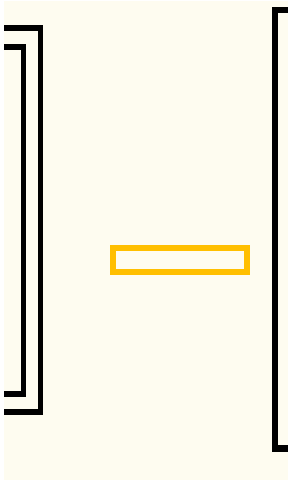


En la tabla 77, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del pasillo 6 del segundo piso.

Tabla 77 Resultados obtenidos pasillo 6 segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx | 61.5 | 177 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.14 | 2.62 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

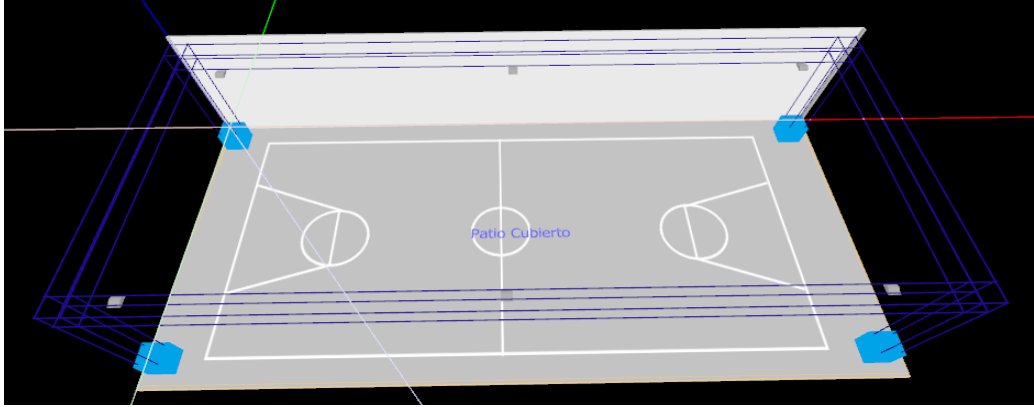
Figura 133 Distribución de las luminarias pasillo 6 segundo piso



4.4.62 Patio cubierto

En la figura 134, se muestra la simulación en el DIALux del patio cubierto.

Figura 134 Simulación patio cubierto



En la tabla 78, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados del patio cubierto.

Tabla 78 Resultados obtenidos patio cubierto

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 21.01 | 94 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 5.10 | 2.81 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

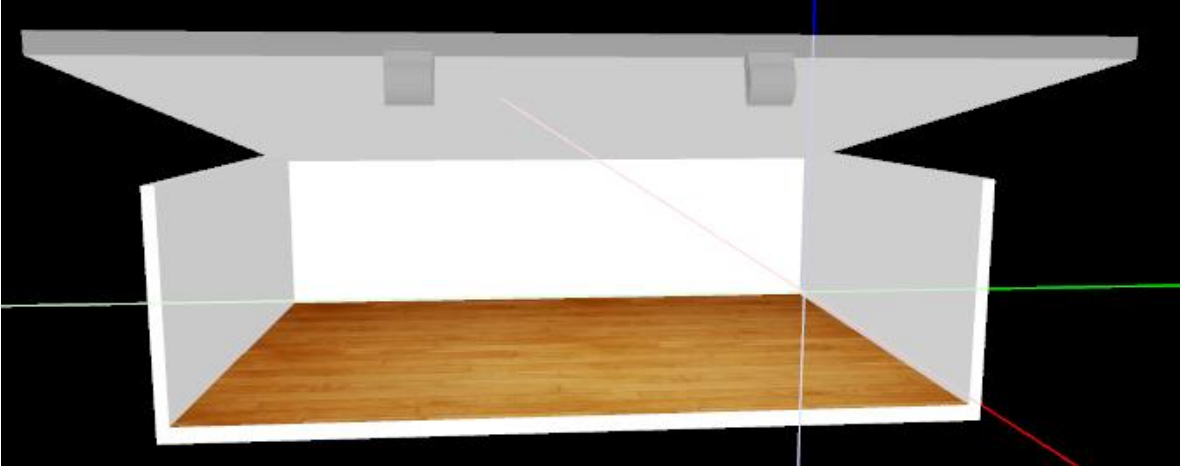
Figura 135 Distribución de las luminarias patio cubierto



4.4.63 Auditorio

En la figura 136, se muestra la simulación en el DIALux del auditorio

Figura 136 simulación auditorio

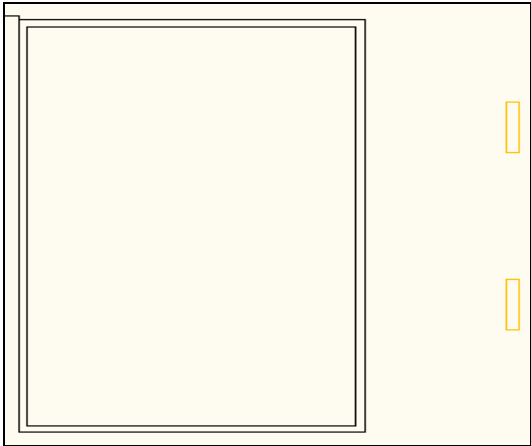


En la tabla 79, se da a conocer los resultados obtenidos y simulados auditorio.

Tabla 79 Resultados obtenidos auditorio

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 42.5 | 80 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 10.96 | 2.42 | 4.5 |
| UGR | ----- | 28 | 28 |

Figura 137 Distribución de las luminarias auditoria



4.5 ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se dará a conocer las tablas con los resultados que se obtuvieron durante la inspección, donde se encuentran estipulados los datos relacionados a niveles de iluminancia promedio, VEEI, y UGR para cada salón, baños pasillos y oficinas y a partir de esto se conocerá un análisis para realizar los diseños más óptimos para las áreas que no cumplen con los límites establecidos por el RETILAP.

4.5.1 Nivel de iluminación de cada área

En la tabla 80, se encuentran las diferentes áreas del primero y segundo piso del plantel Educativo La Inmaculada, con sus respectivos niveles de iluminancia promedio (Eprom) medidos, simulados y requeridos. Los resultados obtenidos en la columna estado actual (simulación) se realizaron en el software DIALux.

Tabla 80 Niveles de iluminancia promedio

| LOCAL | Medidos | Estado actual Simulación | Mínimo requerido | observaciones |
|----------|---------|-----------------------------|---------------------|---------------|
| Salón 1 | 194.74 | 334 | 300 | cumple |
| Salón 2 | 136.8 | 268 | 300 | No cumple |
| Salón 3 | 176.91 | 314 | 300 | Cumple |
| Salón 4 | 134.41 | 311 | 300 | Cumple |
| Salón 5 | 91.5 | 196 | 300 | No cumple |
| Salón 6 | 117.93 | 197 | 300 | No cumple |
| Salón 7 | 89.87 | 176 | 300 | No cumple |
| Salón 8 | 61.31 | 111 | 300 | No cumple |
| Salón 9 | 76.43 | 111 | 300 | No cumple |
| Salón 10 | 52.25 | 208 | 300 | No cumple |
| Salón 11 | 124.5 | 296 | 300 | No cumple |
| Salón 12 | 220.56 | 271 | 300 | No cumple |
| Salón 13 | 176.81 | 238 | 300 | No cumple |
| Salón 14 | 140.75 | 0 | 300 | No cumple |
| Salón 15 | 142.81 | 293 | 300 | No cumple |
| Salón 16 | 86 | 292 | 300 | No cumple |
| Salón 17 | 77.26 | 387 | 300 | Cumple |
| Salón 18 | 132.41 | 290 | 300 | No cumple |
| Salón 19 | 47.66 | 363 | 300 | Cumple |

| | | | | |
|--|--------|-----|-----|-----------|
| Salón 20 | 63.66 | 330 | 300 | Cumple |
| Salón 21 | 9.01 | 411 | 300 | Cumple |
| Salón 22 | 145.87 | 400 | 300 | Cumple |
| Salón 23 | 86 | 211 | 300 | No Cumple |
| Salón 24 | 125.25 | 434 | 300 | Cumple |
| Salón 25 | 217.93 | 624 | 300 | Cumple |
| Salón 26 | 126.65 | 557 | 300 | Cumple |
| Salón 27 | 106.5 | 709 | 300 | Cumple |
| Salón 28 | 176.08 | 676 | 300 | Cumple |
| Baño mujeres salón 21 | 4.5 | 307 | 100 | Cumple |
| Baño hombres salón 21 | 118.5 | 281 | 100 | Cumple |
| Baño salón 26 | 56.5 | 741 | 100 | Cumple |
| Baño salón 27 | 77 | 749 | 100 | Cumple |
| Baño salón 28 | 55 | 794 | 100 | Cumple |
| Baño de convi.social primer piso | 86.75 | 282 | 100 | cumple |
| Baño portería primer piso | 21.82 | 351 | 100 | Cumple |
| Baño coordinación Académica primer piso | 124.25 | 394 | 100 | Cumple |
| Baño público primer piso | 138.29 | 620 | 100 | cumple |
| Baño público segundo piso | 80.5 | 536 | 100 | Cumple |
| Baño de rectoría segundo piso | 113 | 283 | 100 | Cumple |
| Baño de sala de juntas | 233.5 | 382 | 100 | Cumple |
| Baño de profesores segundo piso | 112.25 | 395 | 100 | Cumple |
| Oficina de coord. de conv social primer piso | 136.5 | 282 | 300 | No cumple |
| Oficina de psicología primer piso | 158.75 | 229 | 300 | No cumple |
| Oficina de coordinación | 180 | 331 | 300 | Cumple |

| | | | | |
|---|--------|-------|-----|-----------|
| académica | | | | |
| Portería | 192 | 226 | 300 | No cumple |
| Oficina de pagaduría segundo piso | 121.25 | 187 | 300 | No cumple |
| Oficina de rectoría segundo piso | 151.25 | 161 | 300 | No cumple |
| Cocineta segundo piso | 143.5 | 249 | 300 | No cumple |
| Oficina de secretaria segundo piso | 175.75 | 138 | 300 | No cumple |
| Oficina de juntas segundo piso | 157.5 | 189 | 300 | No cumple |
| Emisora | ----- | ----- | 300 | No cumple |
| Cafetería | ----- | ----- | 300 | No cumple |
| Auditorio | 21.25 | 80 | 28 | Cumple |
| Pasillo 1 primer piso | 86.16 | 188 | 50 | cumple |
| Pasillo 2 primer piso | 45.32 | 188 | 50 | cumple |
| Pasillo 3 primer piso | 1 | 188 | 50 | cumple |
| Pasillo 4 primer piso | 157 | 188 | 50 | cumple |
| Pasillo 5 primer piso | 115.25 | 188 | 50 | cumple |
| Patio cubierto primer piso | 21.01 | 94 | 50 | Cumple |
| Pasillo 1 segundo piso | 116.24 | 177 | 50 | Cumple |
| Pasillo 2 segundo piso | 44.33 | 177 | 50 | Cumple |
| Pasillo 3 segundo piso | 52 | 177 | 50 | Cumple |
| Pasillo 4 segundo piso | 39.5 | 177 | 50 | Cumple |
| Pasillo 5 segundo piso | 47.75 | 177 | 50 | Cumple |
| Pasillo 6 segundo piso | 61.5 | 177 | 50 | Cumple |

En la tabla 80, se dice que no cumple, cuando los niveles de iluminación no se encuentran en el rango requerido para la iluminancia en el local por el RETILAP. La diferencia que se aprecia entre los niveles de iluminancia promedio medidos y los simulados, radica en varios factores como son: la depreciación lumínica que tienen las lámparas existentes como causa del desgaste natural y falta de mantenimiento en las lámparas y luminarias. Para la cafetería y la emisora no se realiza análisis ya que no se tuvo acceso a dicha área en la Institución Educativa La Inmaculada.

4.5.2 Índice de deslumbramiento unificado de cada área inspeccionada

En la tabla 81, se encuentran las diferentes áreas como son: salones, baños, oficina y pasillos del Plantel Educativo con sus respectivos niveles de UGR (Índice de Deslumbramiento Unificado). Esto se diseñó teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la simulación y los valores establecidos por el RETILAP.

Tabla 81 Índice de deslumbramiento unificado UGR

| LOCAL | UGR (SIMULACIÓN) | UGR (RETILAP) | OBSERVACIONES |
|-----------------------|---------------------|------------------|---------------|
| Salón 1 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 2 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 3 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 4 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 5 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 6 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 7 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 8 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 9 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 10 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 11 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 12 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 13 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 14 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 15 segundo piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 16 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 17 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 18 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 19 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 20 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 21 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 22 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 23 primer piso | 19 | 19 | cumple |

| | | | |
|---|----|----|--------|
| Salón 24 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 25 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 26 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 27 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Salón 28 primer piso | 19 | 19 | cumple |
| Baño mujeres salón 21 | 25 | 25 | cumple |
| Baño hombres salón 21 | 25 | 25 | cumple |
| Baño de coord. convi.social primer piso | 25 | 25 | cumple |
| Baño portería primer piso | 25 | 25 | cumple |
| Baño coordinación Académica primer piso | 25 | 25 | cumple |
| Baño público primer piso | 25 | 25 | cumple |
| Baño salón 26 | 25 | 25 | cumple |
| Baño salón 27 | 25 | 25 | cumple |
| Baño salón 28 | 25 | 25 | cumple |
| Baño público segundo piso | 25 | 25 | cumple |
| Baño de rectoría segundo piso | 25 | 25 | cumple |
| Baño de sala de juntas | 25 | 25 | cumple |
| Baño de profesores segundo piso | 25 | 25 | cumple |
| Oficina de coord. de conv social primer piso | 22 | 22 | cumple |
| Oficina de psicología primer piso | 22 | 22 | cumple |
| Oficina de coordinación académica | 22 | 22 | cumple |
| Portería | 22 | 22 | cumple |
| Oficina de pagaduría segundo piso | 22 | 22 | cumple |
| Oficina de rectoría segundo piso | 22 | 22 | cumple |
| Cocineta segundo piso | 22 | 22 | cumple |
| Oficina de secretaria segundo piso | 22 | 22 | cumple |
| Oficina de juntas segundo piso | 22 | 22 | cumple |
| Emisora | 19 | 19 | cumple |
| Cafetería | 19 | 19 | cumple |
| Auditorio | 28 | 28 | cumple |
| Pasillo 1 primer piso | 28 | 28 | cumple |
| Pasillo 2 primer piso | 28 | 28 | cumple |

| | | | |
|----------------------------|----|----|--------|
| Pasillo 3 primer piso | 28 | 28 | cumple |
| Pasillo 4 primer piso | 28 | 28 | cumple |
| Pasillo 5 primer piso | 28 | 28 | cumple |
| Patio cubierto primer piso | 28 | 28 | cumple |
| Pasillo 1 segundo piso | 28 | 28 | cumple |
| Pasillo 2 segundo piso | 28 | 28 | cumple |
| Pasillo 3 segundo piso | 28 | 28 | cumple |
| Pasillo 4 segundo piso | 28 | 28 | cumple |
| Pasillo 5 segundo piso | 28 | 28 | cumple |
| Pasillo 6 segundo piso | 28 | 28 | cumple |

En la tabla 81, se dice que cumple cierta área, cuando el nivel de UGR simulado no supera el límite máximo de UGR estipulado en el RETILAP. En este caso podemos ver que si cumple con los requerimientos exigidos por la norma, para el área de cafetería y emisora no se realizaron los análisis correspondientes ya que no tuvimos dicho acceso a cada área.

4.5.3 Valor de eficiencia energética de cada área inspeccionada

En la tabla 82, se encuentran las diferentes áreas como lo son: salones, baños oficinas y pasillos del primero y segundo piso, con sus respectivos datos de VEEI. Esta se diseñó teniendo en cuenta los resultados calculados de cada área y los valores establecidos por el RETILAP.

Tabla 82 Valor de eficiencia energética de la instalación

| AREAS | VEEI REAL (W/m ²) | VEEI MAXIMO (W/m ²) | VEEI SIMULADO (W/ m ²) | OBSERVACIONES |
|----------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Salón 1 | 2.30 | 4 | 2.66 | Cumple |
| Salón 2 | 2.78 | 4 | 2.49 | Cumple |
| Salón 3 | 2.14 | 4 | 2.14 | Cumple |
| Salón 4 | 4.60 | 4 | 2.16 | Cumple |
| Salón 5 | 3.69 | 4 | 3.02 | Cumple |
| Salón 6 | 2.32 | 4 | 2.52 | Cumple |
| Salón 7 | 3.11 | 4 | 2.79 | Cumple |
| Salón 8 | 4.4 | 4 | 3.92 | Cumple |
| Salón 9 | 3.52 | 4 | 3.93 | Cumple |
| Salón 10 | 4.75 | 4 | 2.16 | Cumple |
| Salón 11 | 2.03 | 4 | 1.54 | Cumple |
| Salón 12 | 2.04 | 4 | 2.77 | Cumple |
| Salón 13 | 2.17 | 4 | 2.82 | Cumple |
| Salón 14 | 1.69 | 4 | 0 | Cumple |

| | | | | |
|-----------------------------------|--------|-----|-------|-----------|
| Salón 15 | 2.93 | 4 | 2.50 | Cumple |
| Salón 16 | 4.63 | 4 | 2.39 | Cumple |
| Salón 17 | 5.29 | 4 | 2.57 | Cumple |
| Salón 18 | 2.75 | 4 | 2.34 | Cumple |
| Salón 19 | 7.53 | 4 | 2.20 | Cumple |
| Salón 20 | 5.34 | 4 | 2.16 | Cumple |
| Salón 21 | 4.36 | 4 | 2.20 | Cumple |
| Salón 22 | 3.43 | 4 | 2.19 | Cumple |
| Salón 23 | 3.04 | 4 | 2.18 | Cumple |
| Salón 24 | 4.99 | 4 | 1.77 | Cumple |
| Salón 25 | 2.12 | 4 | 1.21 | Cumple |
| Salón 26 | 3.70 | 4 | 1.29 | Cumple |
| Salón 27 | 3.84 | 4 | 1.18 | Cumple |
| Salón 28 | 2.51 | 4 | 1.25 | Cumple |
| Baño mujeres salón 21 | 675.92 | 4.5 | 8.02 | No cumple |
| Baño hombres salón 21 | 25.66 | 4.5 | 8.75 | No cumple |
| Baño salón 26 | 51.06 | 4.5 | 3.37 | Cumple |
| Baño salón 27 | 36.74 | 4.5 | 3.41 | Cumple |
| Baño salón 28 | 52.46 | 4.5 | 3.41 | Cumple |
| Baño de coord. convi.social | 33.65 | 4.5 | 8.61 | No cumple |
| Baño portería | 21.82 | 4.5 | 7.64 | No cumple |
| Baño coordinación Académica | 35.60 | 4.5 | 9.22 | No cumple |
| Baño público primer piso | 2.69 | 4.5 | 6.45 | No cumple |
| Baño público segundo piso | 5.47 | 4.5 | 10.01 | No cumple |
| Baño de rectoría | 30.47 | 4.5 | 22.63 | No cumple |
| Baño de sala de juntas | 19.41 | 4.5 | 37.19 | No cumple |
| Baño de profesores | 32.51 | 4.5 | 29.83 | No cumple |
| Oficina de conv social | 4.52 | 4 | 8.61 | No cumple |
| Oficina de psicología | 3.89 | 4 | 2.70 | Cumple |
| Oficina de coordinación académica | 3.08 | 4 | 2.74 | Cumple |
| Portería | 13.11 | 4 | 9.16 | No cumple |
| Oficina de pagaduría | 5.47 | 4 | 6.03 | No cumple |
| Oficina de rectoría | 4.46 | 4 | 5.45 | No cumple |
| Cocineta | 5.59 | 4 | 7.04 | No cumple |
| Oficina de secretaria | 3.92 | 4 | 4.32 | No cumple |
| Oficina de juntas | 3.92 | 4 | 5.41 | No cumple |
| Emisora | ----- | 4 | 0 | No cumple |
| Cafetería | ----- | 4 | 0 | No cumple |
| Auditorio | 10.96 | 4.5 | 2.42 | Cumple |
| Pasillo 1 primer piso | 6.74 | 4.5 | 2.66 | Cumple |
| Pasillo 2 primer piso | 13.79 | 4.5 | 2.66 | Cumple |

| | | | | |
|----------------------------|--------|-----|------|--------|
| Pasillo 3 primer piso | 386.24 | 4.5 | 2.66 | Cumple |
| Pasillo 4 primer piso | 1.22 | 4.5 | 2.66 | Cumple |
| Pasillo 5 primer piso | 4.9 | 4.5 | 2.66 | Cumple |
| Patio cubierto primer piso | 5.60 | 4.5 | 2.81 | Cumple |
| Pasillo 1 segundo piso | 6.64 | 4.5 | 2.62 | Cumple |
| Pasillo 2 segundo piso | 12.26 | 4.5 | 2.62 | Cumple |
| Pasillo 3 segundo piso | 7.42 | 4.5 | 2.62 | Cumple |
| Pasillo 4 segundo piso | 16.36 | 4.5 | 2.62 | Cumple |
| Pasillo 5 segundo piso | 13.54 | 4.5 | 262 | Cumple |
| Pasillo 6 segundo piso | 9.0 | 4.5 | 2.62 | Cumple |

En la tabla 82, se muestran las secciones que cumplen y no cumplen; Cuando se superan los límites máximos de VEEI para cada área estipulada en el RETILAP se concluye que no cumplen. En este caso se observa que en algunas de las áreas mencionadas en la tabla no cumplen con las normas correspondientes, en dos áreas como es la cafetería y emisora no se realiza análisis ya que no se tuvo acceso a dicha área.

En las siguientes figuras 138, 139, 140, 141 y 142, se muestran las gráficas en la cual se indica una comparación de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de iluminancia promedio de los salones, baños y pasillos para percibir cuales son los puntos más críticos que no cumplen con los requisitos establecidos por el RETILAP.

Figura 138 Eprom de los salones segundo piso

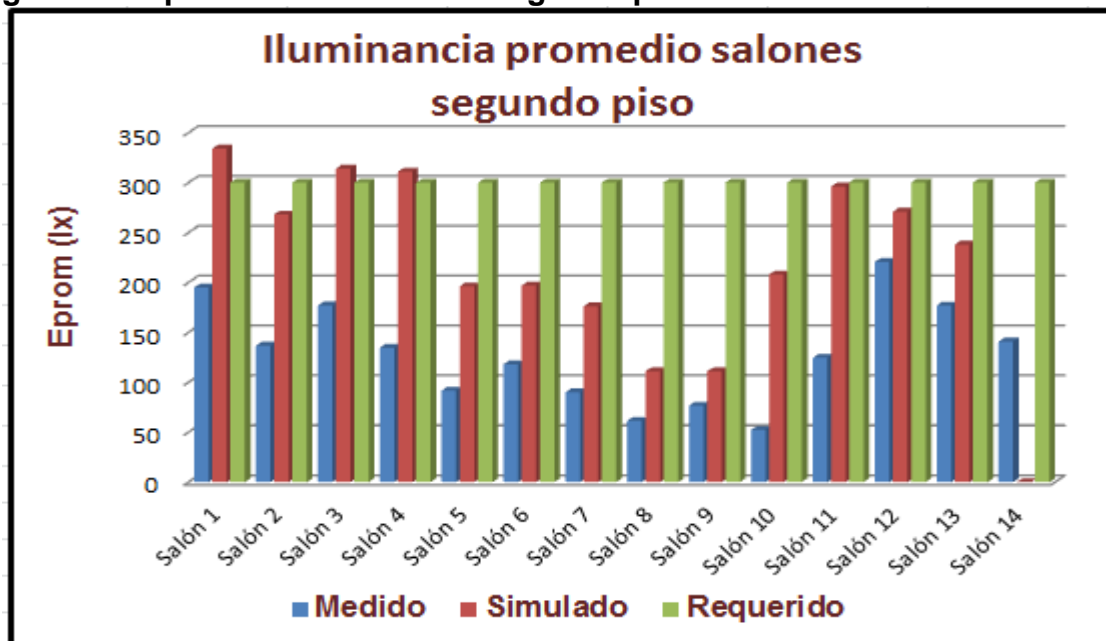


Figura 139 Eprom de los salones primer piso.

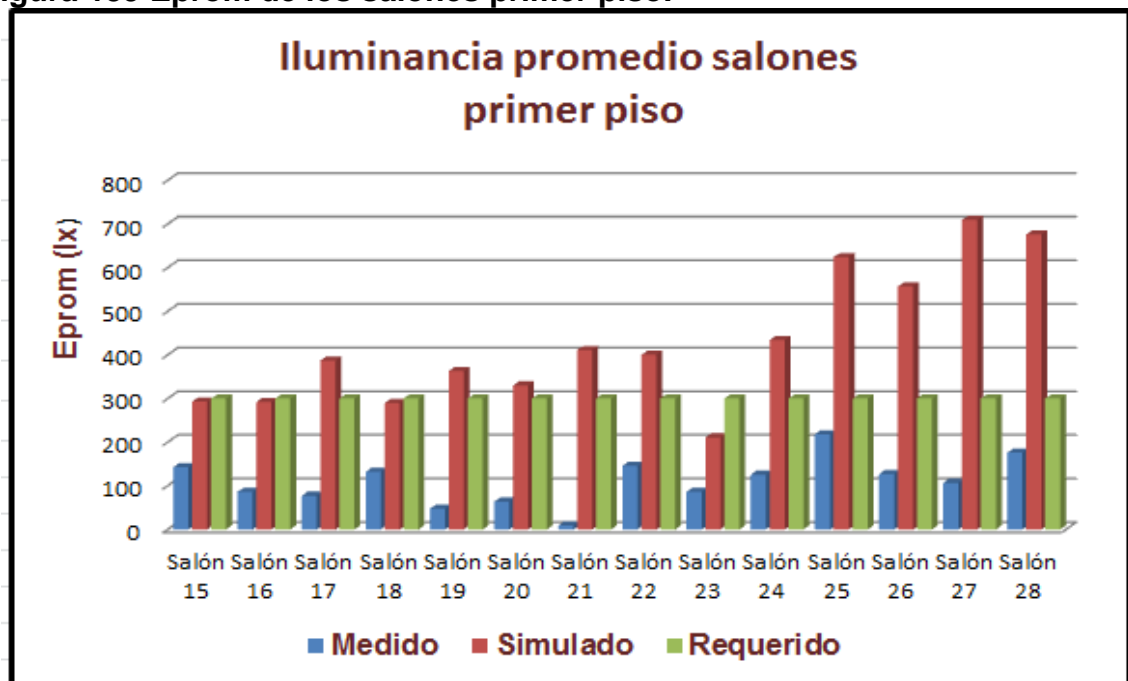


Figura 140 Eprom oficinas primero y segundo piso

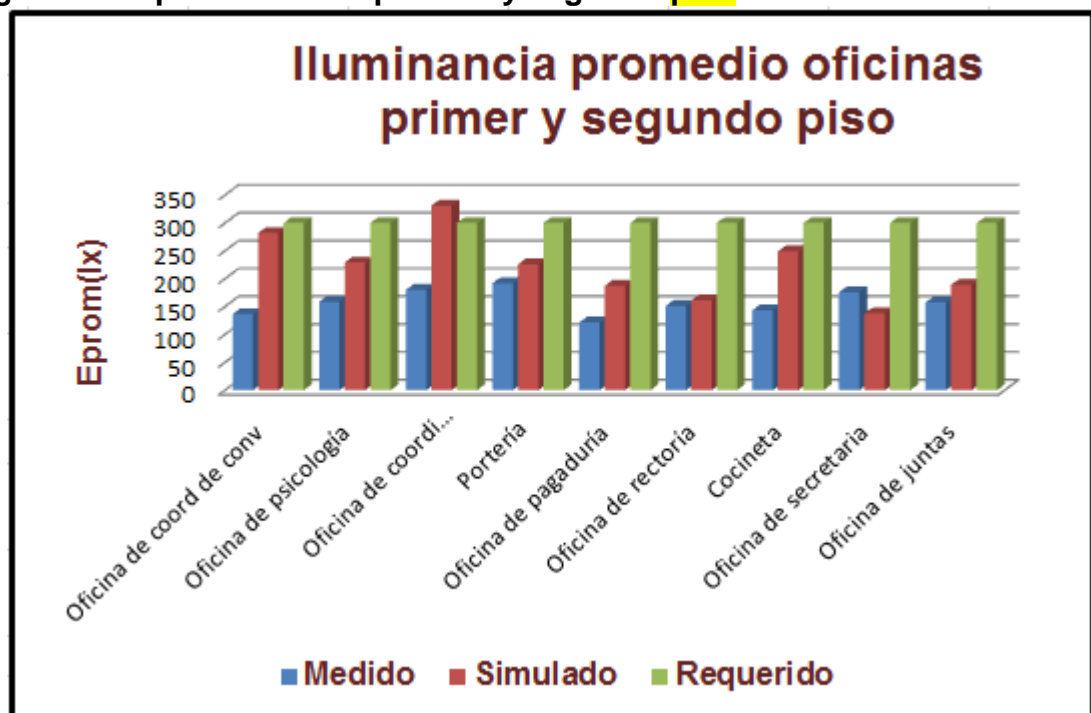


Figura 141 Eprom de baños primero y segundo piso

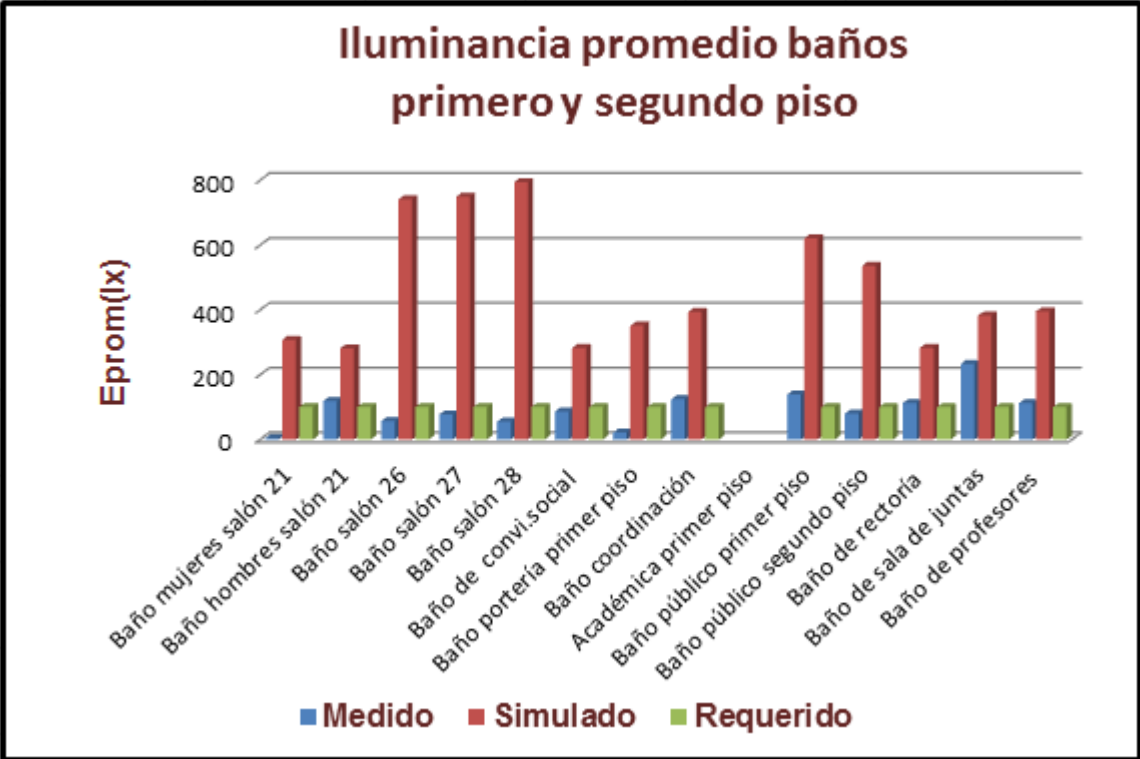
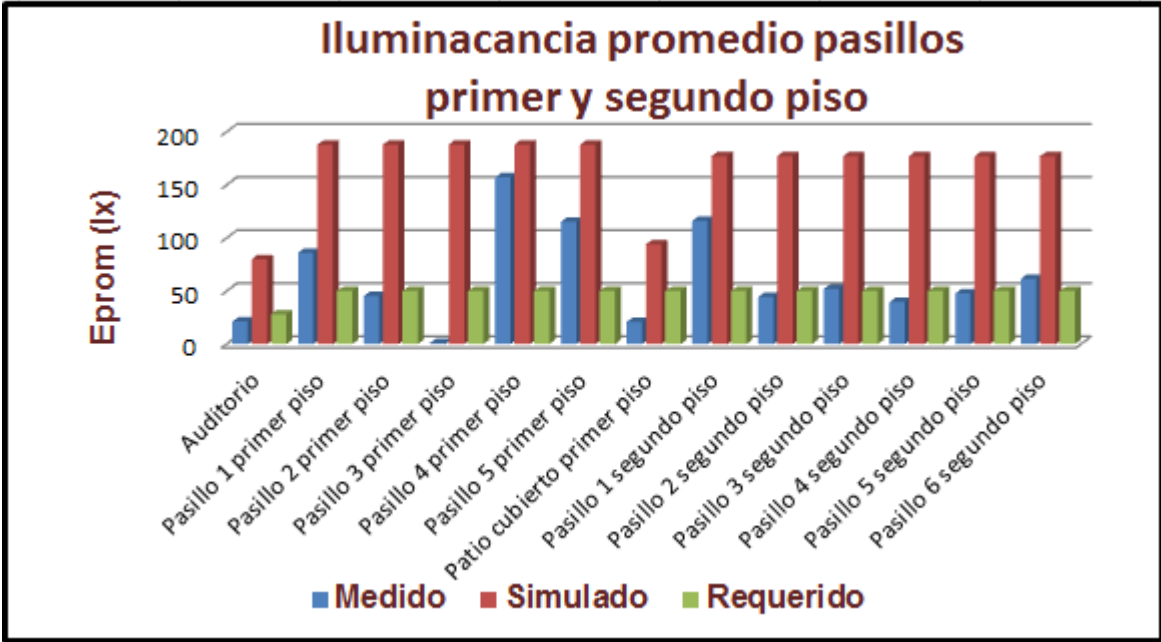


Figura 142 Eprom de pasillos primero y segundo piso



En las siguientes figuras 143, 144, 145, 146, 147, se muestran las graficas en la cual se hace una comparación de los valores obtenidos, requeridos y simulados para los niveles de VEEI (Valor de Eficiencia Energética de la Instalación) de cada una del área de dicha institución.

Figura 143 Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de los salones del segundo piso

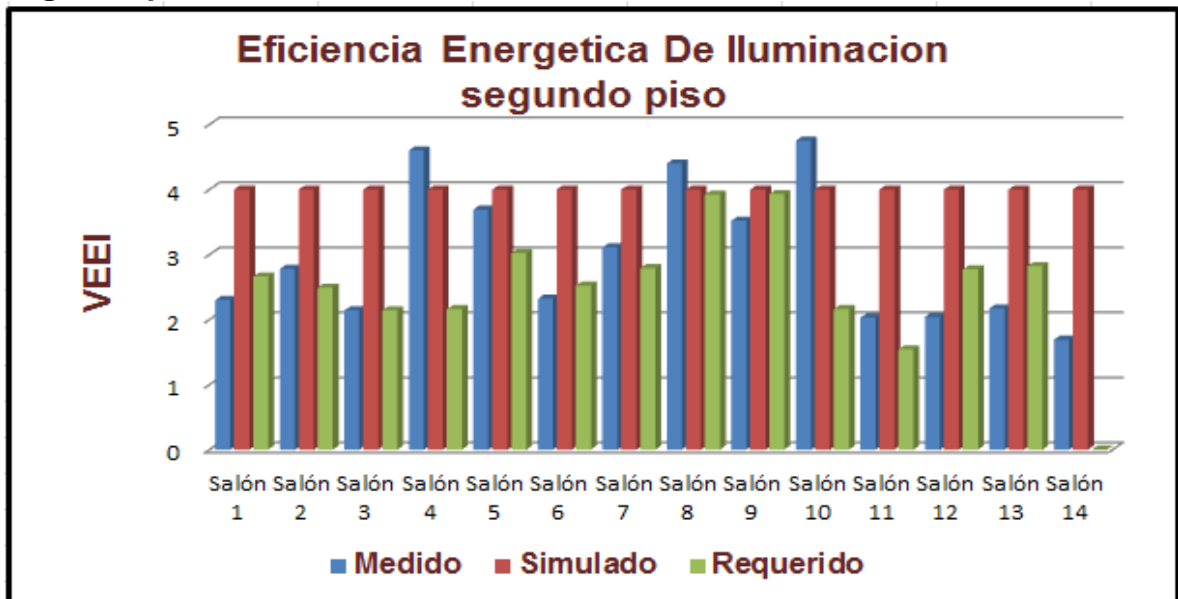


Figura 144 Valor de Eficiencia Energética la Instalación de los salones del primer piso

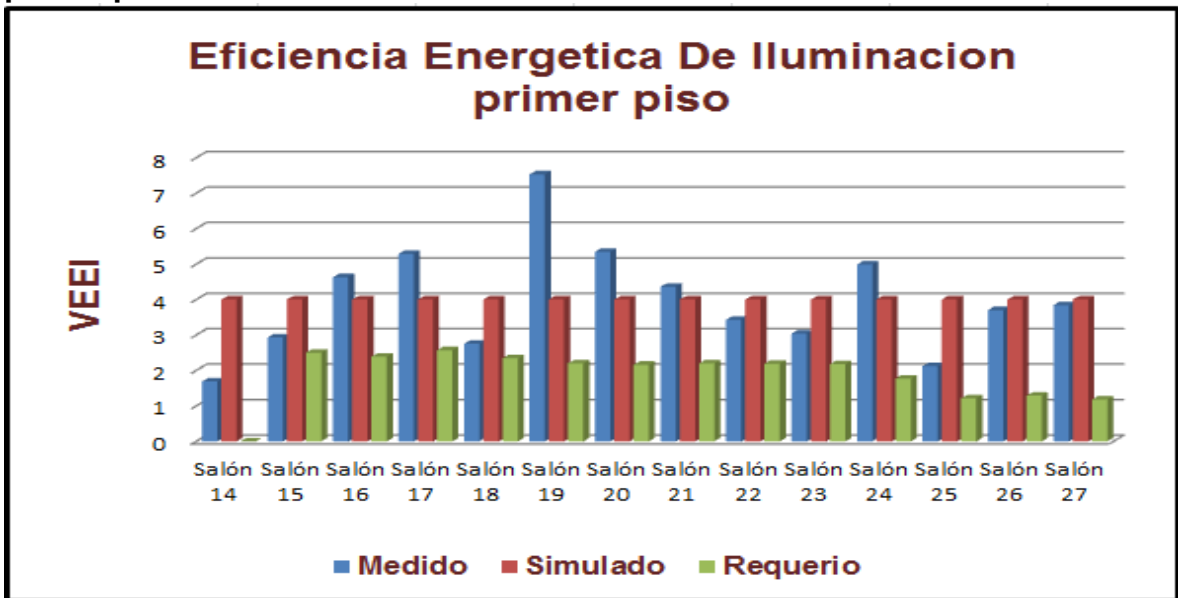


Figura 145 Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de los baños del primero y segundo piso

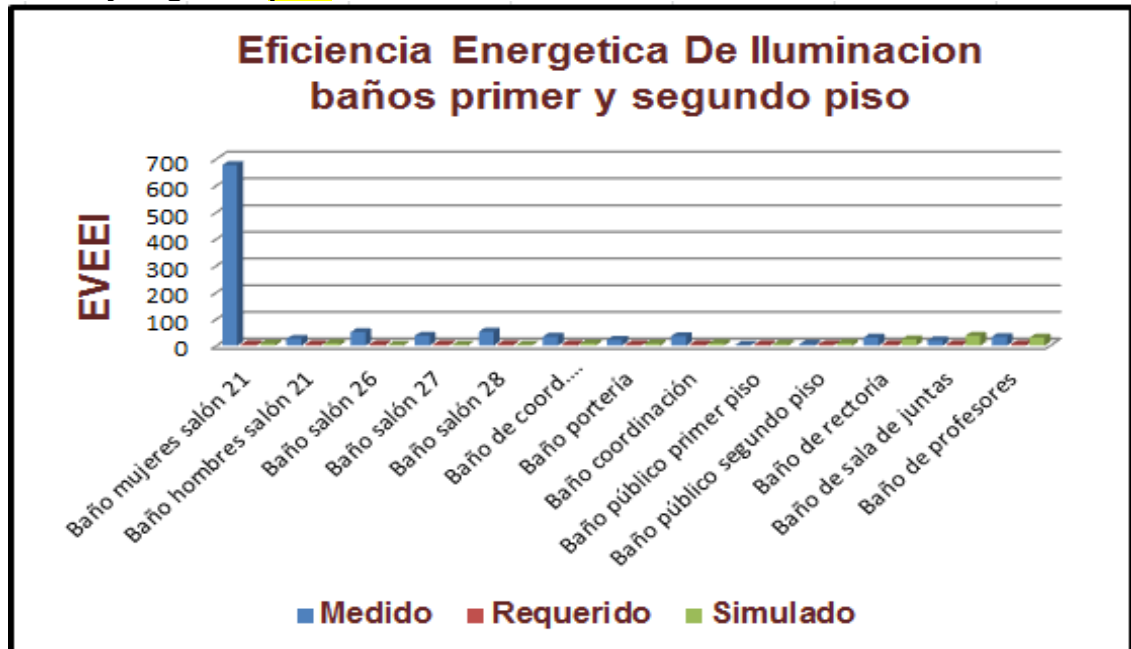


Figura 146 Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de las oficinas del primero y segundo piso

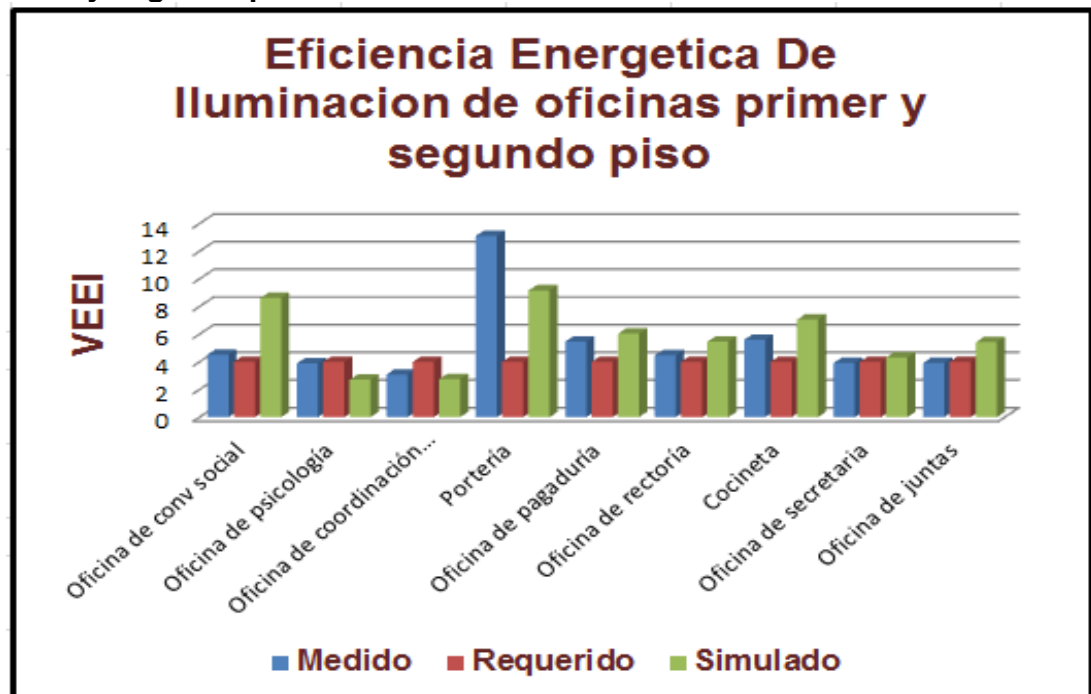
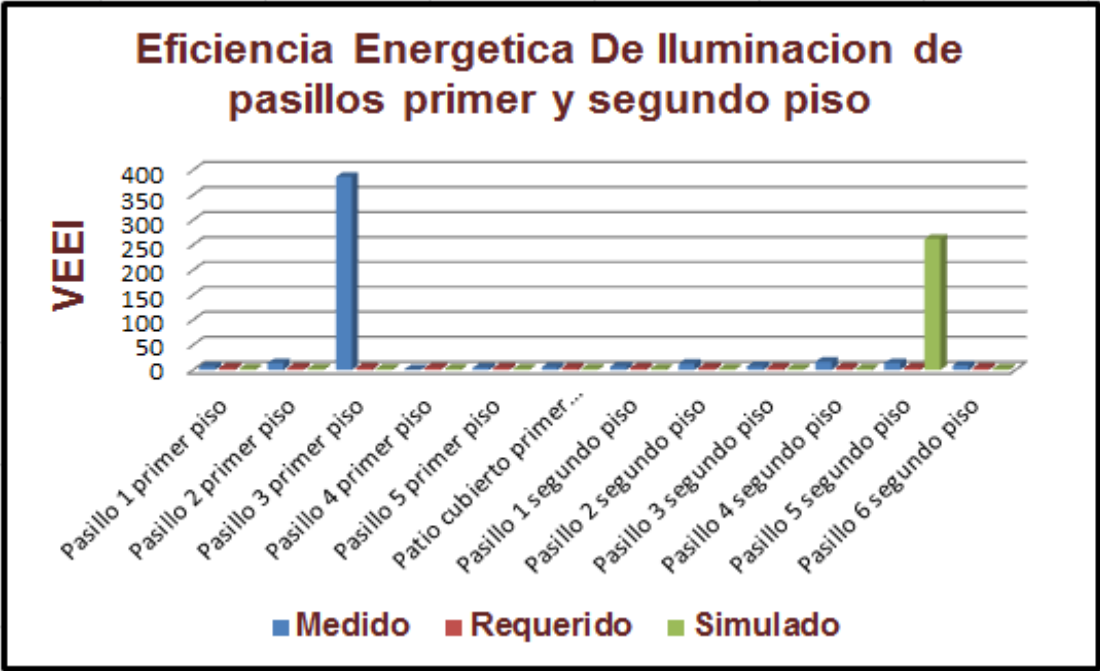


Figura 147 Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de los Pasillos del primero y segundo piso



5. REDISEÑO

Después de las observaciones y datos obtenidos en el capítulo anterior, se realizara un nuevo diseño que cumpla con los niveles de iluminación (Eprom) y el valor de la eficacia energética de la instalación (VEEI) con el UGR correspondiente a cada área. En las siguientes figuras 148 y 149 se muestran los planos estructurales de la Institución Educativa La Inmaculada.

Figura 148 Plano estructuras del colegio la inmaculada primer piso.

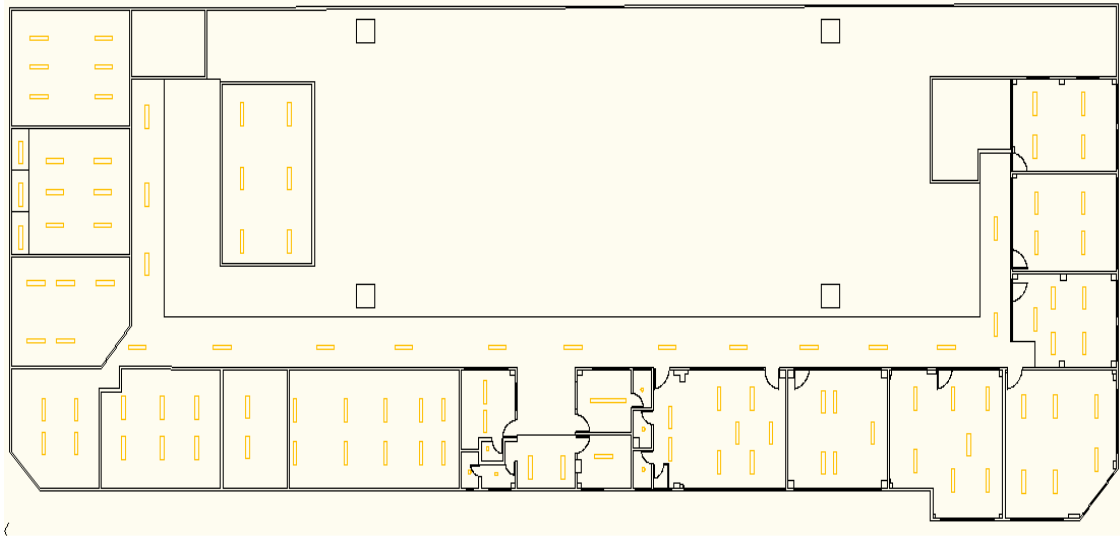
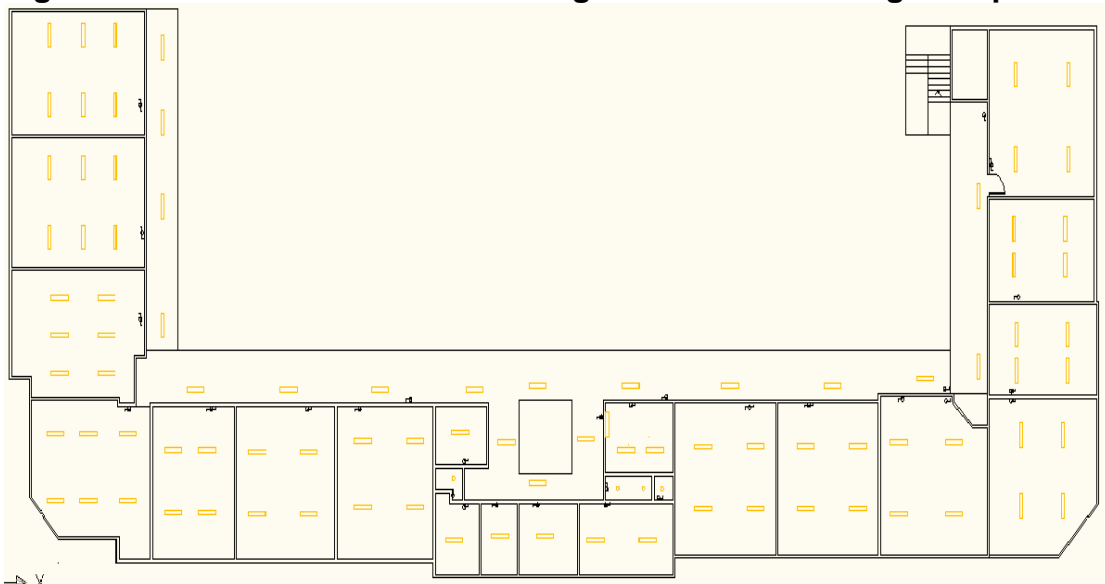


Figura 149 Plano estructuras del colegio la inmaculada segundo piso.



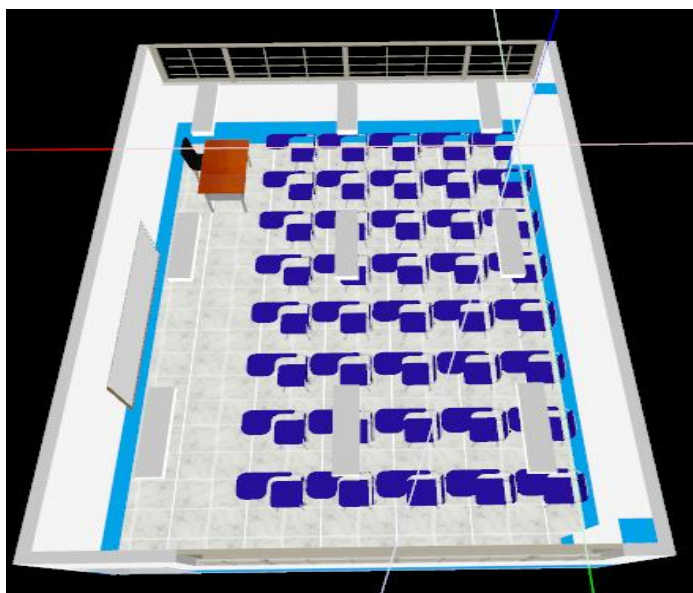
5.1 ANALISIS DE REDISEÑO POR SALON Y OFICINA

A continuación se asignaron los diferentes datos relacionados con el Eprom, VEEI y el UGR medidos, requeridos y simulados óptimos para el diseño requerido por el RETILAP.

5.1.1 Rediseño del salón de clases 2 del segundo piso

En la figura 150, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 2 del segundo piso.

Figura 150 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 2 del segundo piso



En la tabla 83, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 2 del segundo piso.

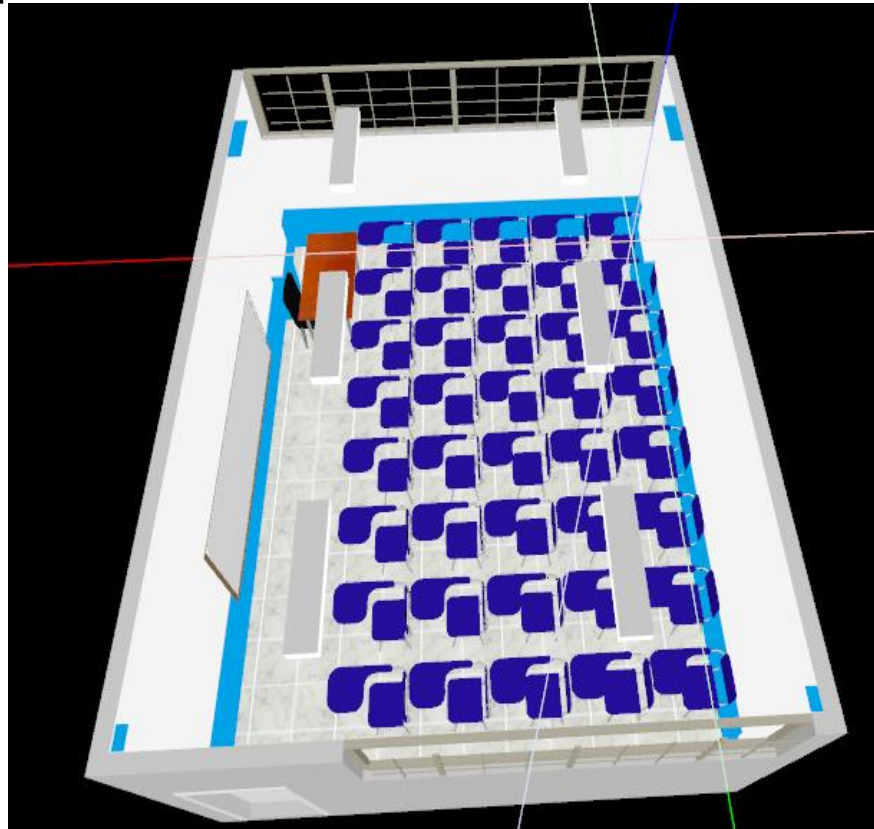
Tabla 83 Resultados del rediseño del salón de clase 2 segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 136.8 | 379 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 2.78 | 2.64 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.2 Rediseño del salón de clases 5 del segundo piso

En la figura 151, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 5 del segundo piso.

Figura 151 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 5 del segundo piso



En la tabla 84, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 5 del segundo piso.

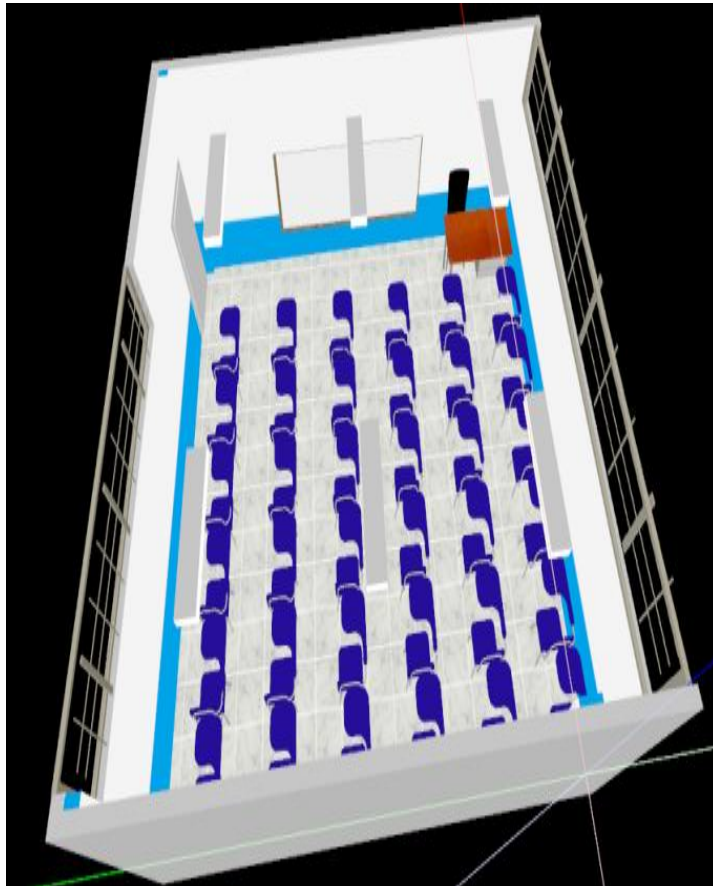
Tabla 84 Resultados del rediseño del salón de clase 5 del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 91.5 | 410 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 146 | 3.25 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.3 Rediseño del salón de clases 6 del segundo piso

En la figura 152, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 6 del segundo piso.

Figura 152 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 6 del segundo piso



En la tabla 85, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 6 del segundo piso.

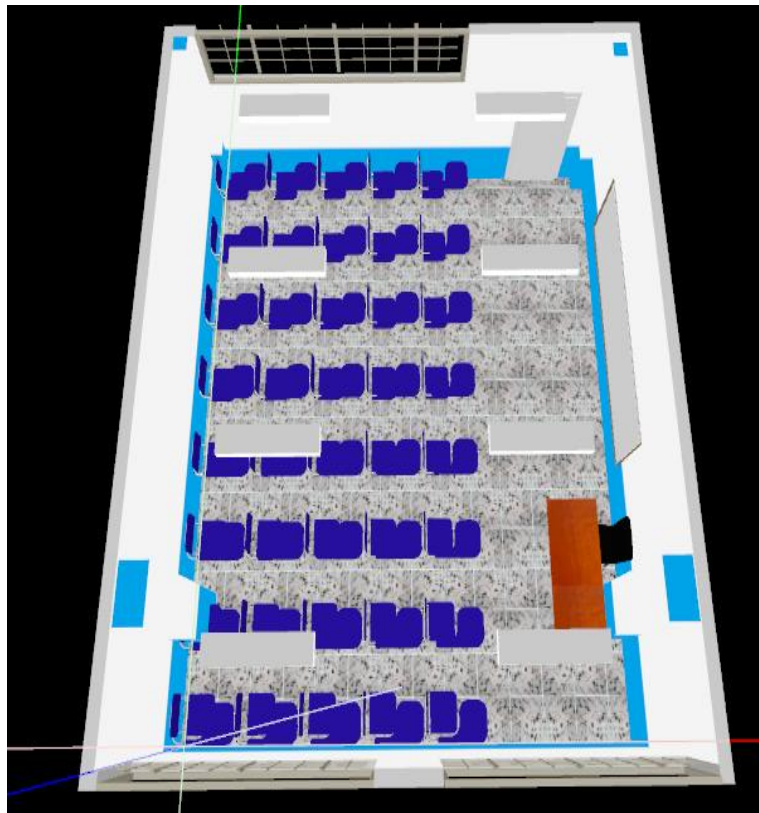
Tabla 85 Resultados del rediseño del salón de clase 6 del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 117.93 | 371 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 2.40 | 2.68 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.4 Rediseño del salón de clases 7 del segundo piso

En la figura 153, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 7 del segundo piso.

Figura 153 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 7 del segundo piso



En la tabla 86, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 7 del segundo piso.

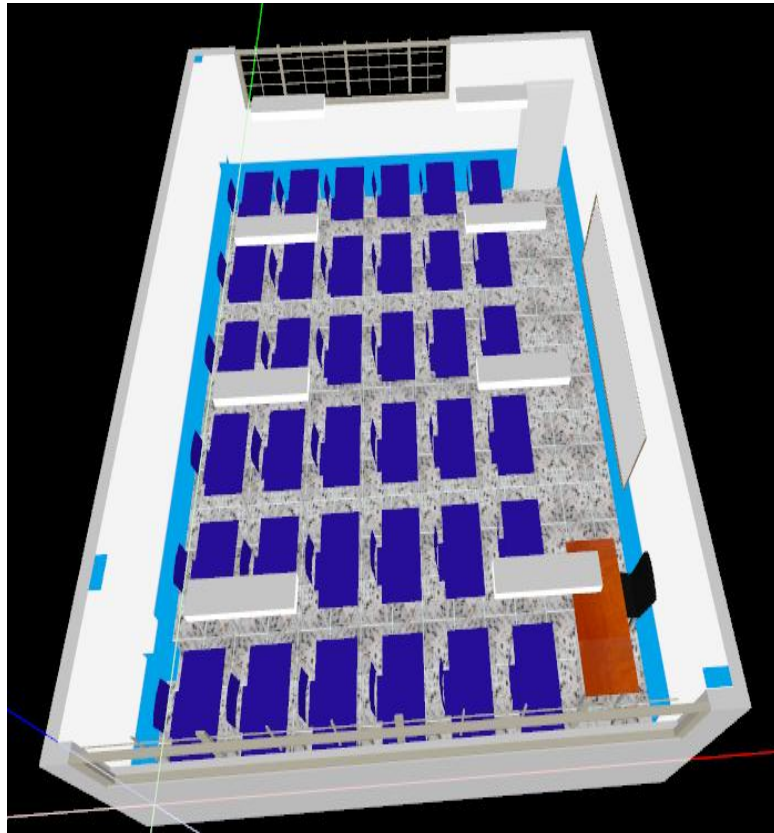
Tabla 86 Resultados del rediseño del salón de clase 7 del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 89.87 | 334 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.11 | 2.94 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.5 Rediseño del salón de clases 8 del segundo piso

En la figura 154, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 8 del segundo piso.

Figura 154 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 8 del segundo piso



En la tabla 87, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 8 del segundo piso.

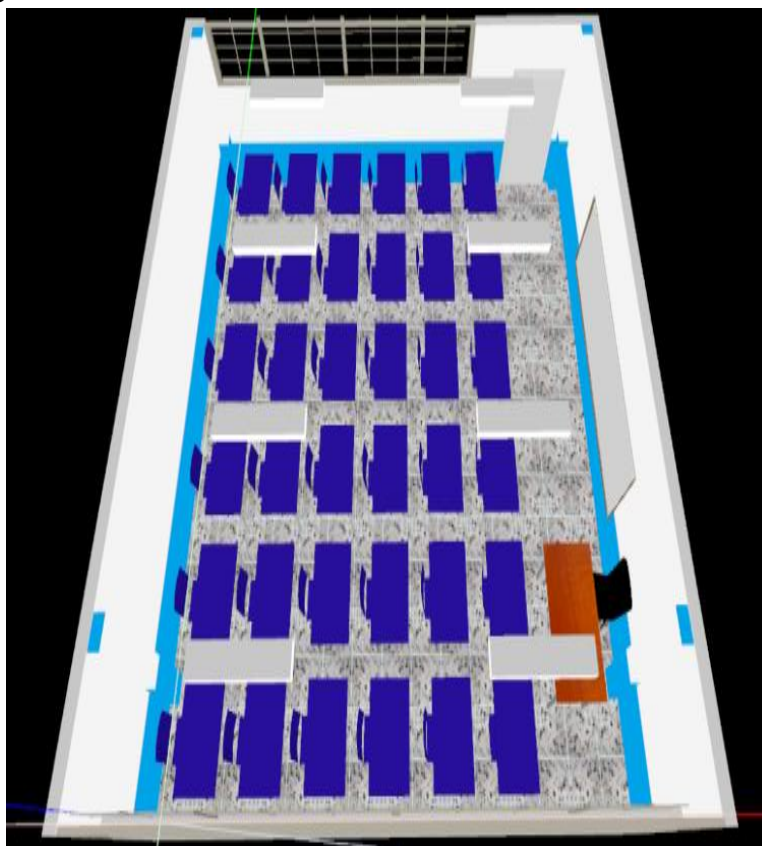
Tabla 87 Resultados del rediseño del salón de clase 8 del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 61.31 | 350 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 4.54 | 4.22 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.6 Rediseño del salón de clases 9 del segundo piso

En la figura 155, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 9 del segundo piso.

Figura 155 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 9 del segundo piso



En la tabla 88, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 9 del segundo piso.

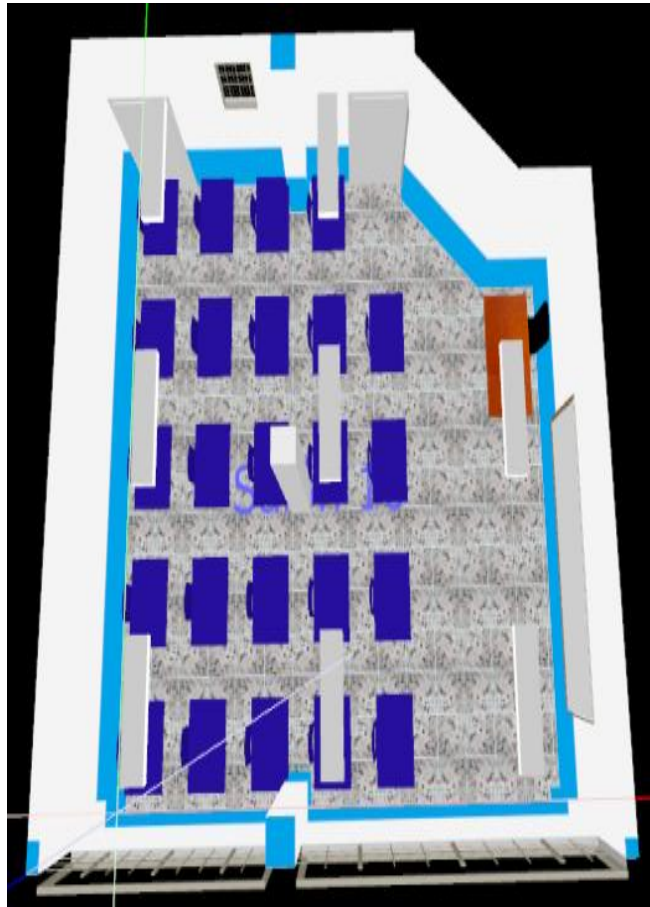
Tabla 88 Resultados del rediseño del salón de clase 9 del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 76.43 | 340 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 3.57 | 4.23 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.7 Rediseño del salón de clases 10 del segundo piso

En la figura 156, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 10 del segundo piso.

Figura 156 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 10 del segundo piso



En la tabla 89, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 10 del segundo piso.

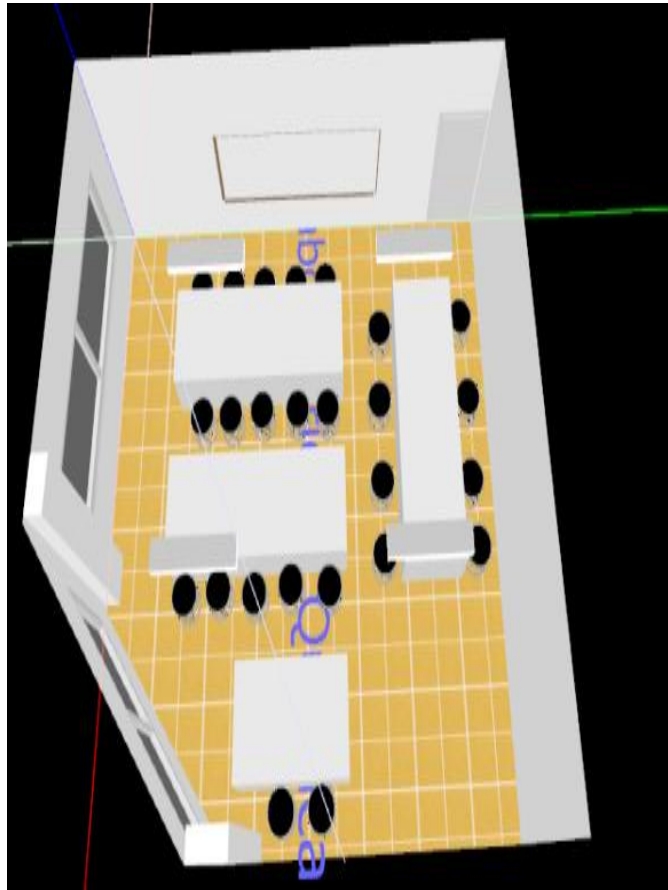
Tabla 89 Resultados del rediseño del salón de clase 10 del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 52.25 | 392 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 4.63 | 2.29 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.8 Rediseño del salón de clases 11 del segundo piso

En la figura 157, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 11 del segundo piso.

Figura 157 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 11 del segundo piso



En la tabla 90, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 11 del segundo piso.

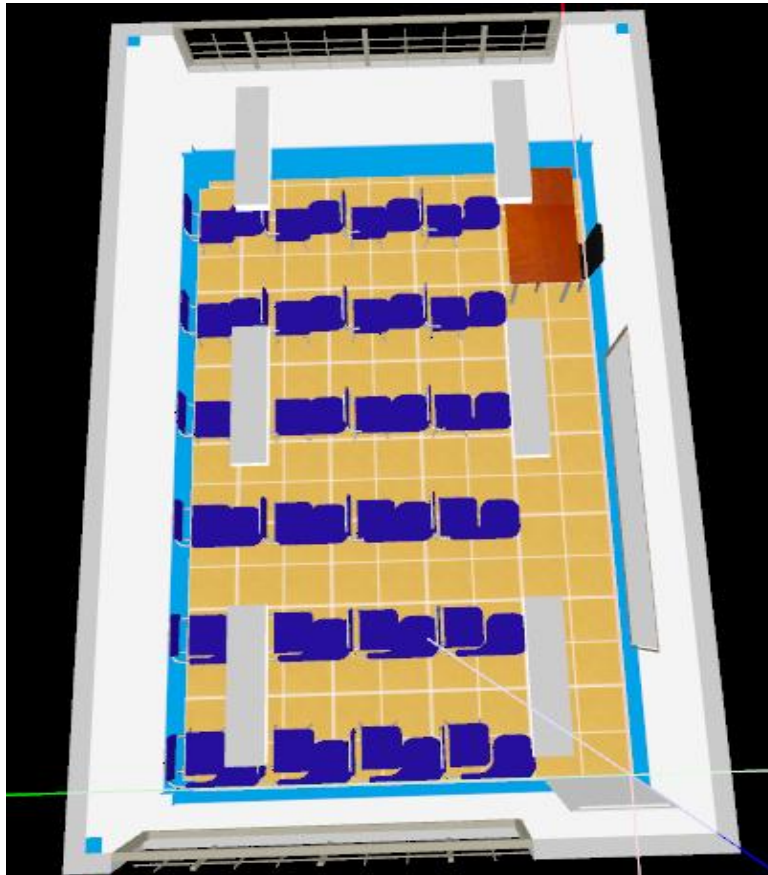
Tabla 90 Resultados del rediseño del salón de clase 11 del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 131.5 | 0 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 4.78 | 0 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.9 Rediseño del salón de clases 12 del segundo piso

En la figura 158, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 12 del segundo piso.

Figura 158 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 12 del segundo piso



En la tabla 91, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 12 del segundo piso.

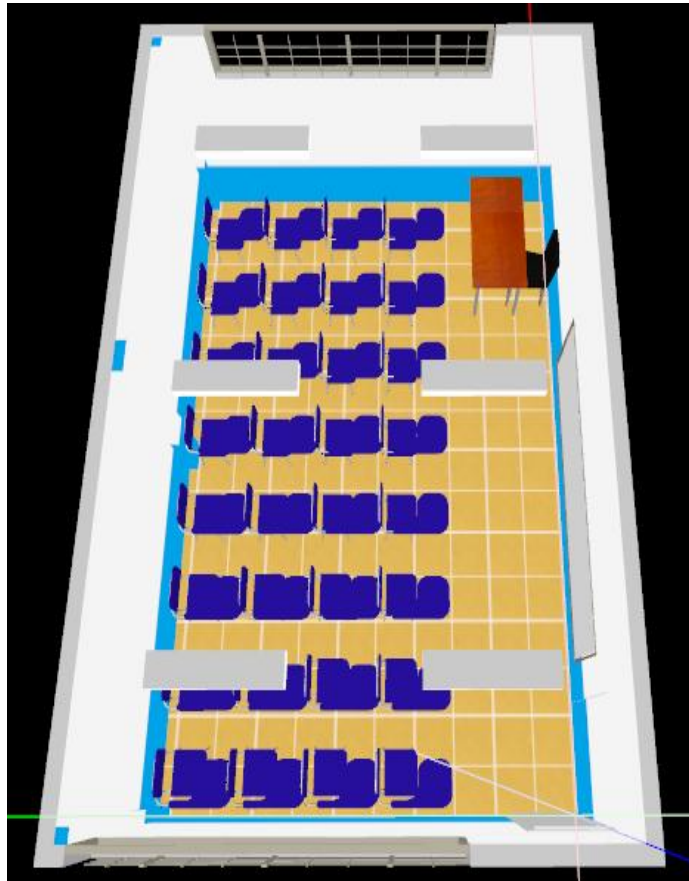
Tabla 91 Resultados del rediseño del salón de clase 12 del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 220.56 | 387 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 2.04 | 2.90 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.10 Rediseño del salón de clases 13 del segundo piso

En la figura 159, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 13 del segundo piso.

Figura 159 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 13 del segundo piso



En la tabla 92, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 13 del segundo piso.

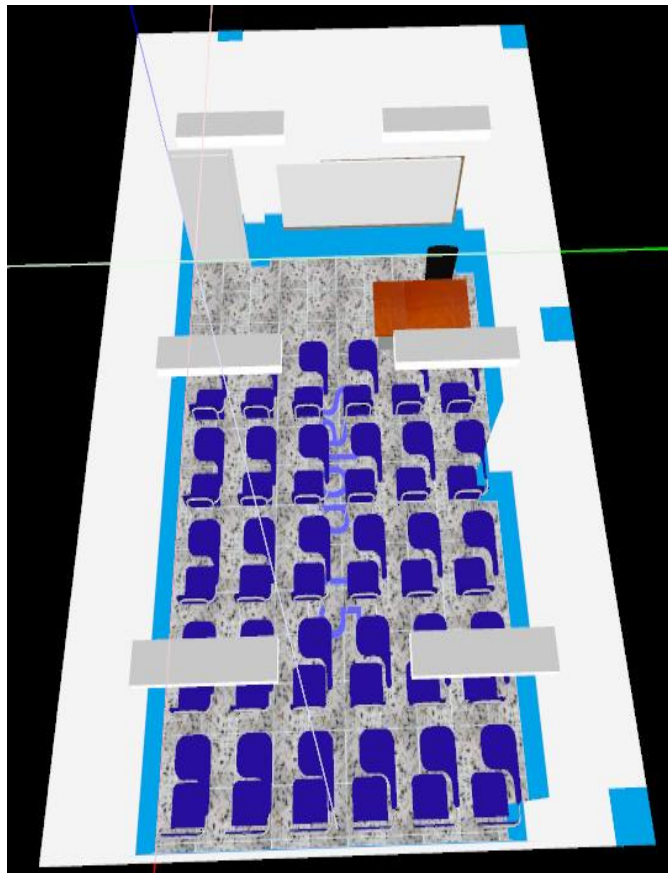
Tabla 92 Resultados del rediseño del salón de clase 13 del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 176.81 | 344 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 2.18 | 2.93 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.11 Rediseño del salón de clases 15 del primer piso

En la figura 160, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 15 del primer piso.

Figura 160 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 15 del primer piso



En la tabla 93, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 15 del primer piso.

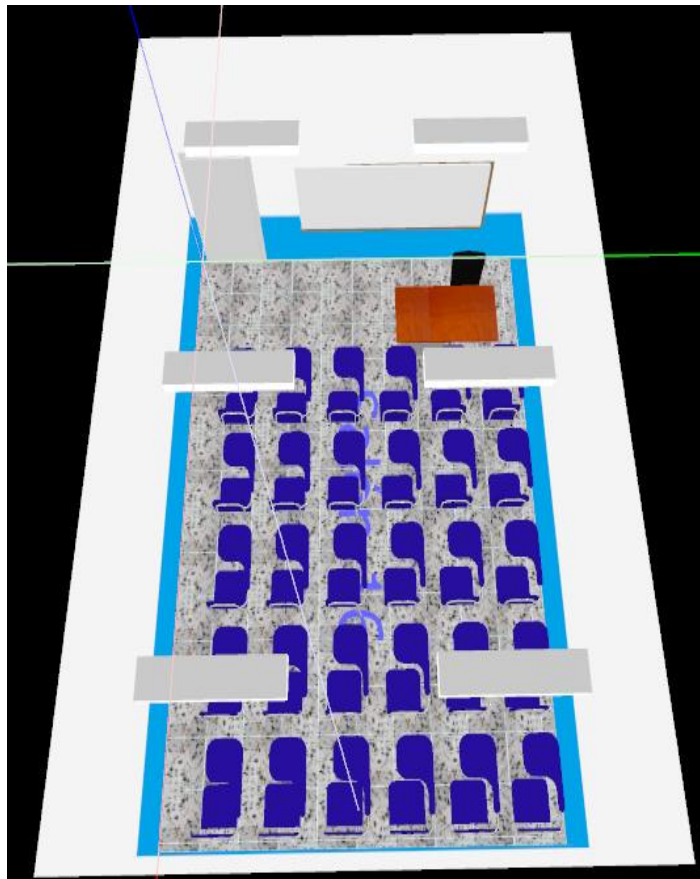
Tabla 93 Resultados del rediseño del salón de clase 15 del primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 142.81 | 390 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 2.70 | 2.81 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.12 Rediseño del salón de clases 16 del primer piso

En la figura 161, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 16 del primer piso.

Figura 161 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 16 del primer piso



En la tabla 94, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 16 del primer piso.

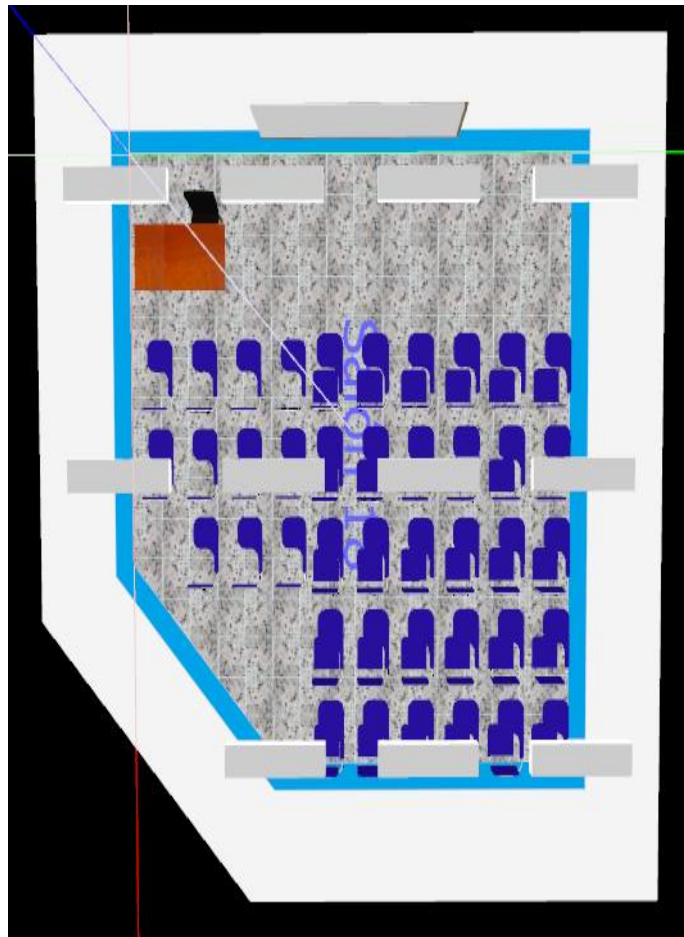
Tabla 94 Resultados del rediseño del salón de clase 16 del primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 86 | 387 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 4.28 | 2.71 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.13 Rediseño del salón de clases 18 del primer piso

En la figura 162, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 18 del primer piso.

Figura 162 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 18 del primer piso



En la tabla 95, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 18 del primer piso.

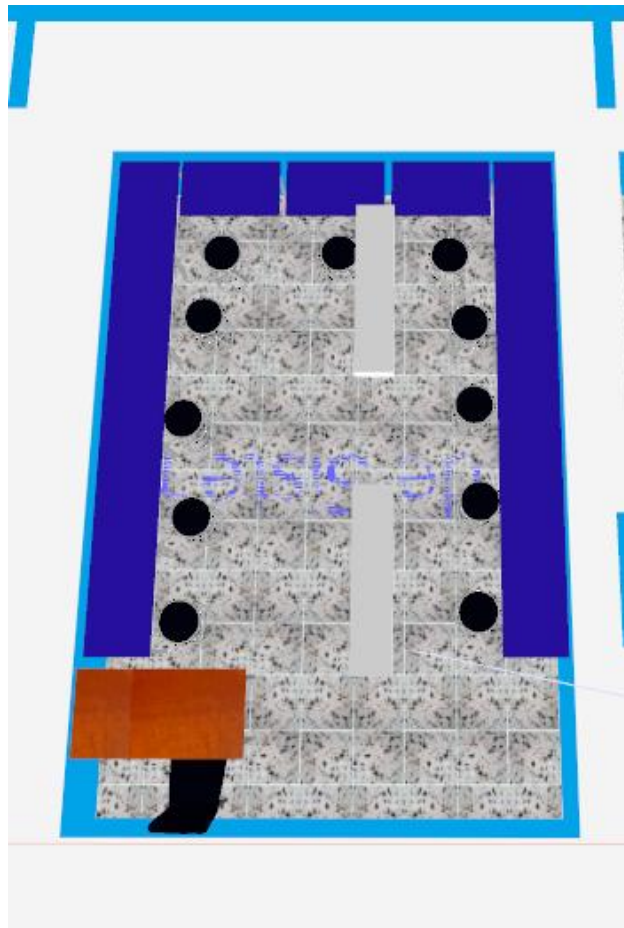
Tabla 95 Resultados del rediseño del salón de clase 18 del primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 132.41 | 524 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 3.17 | 2.37 | 4 |
| UGR | ----- | | 19 |

5.1.14 Rediseño del salón de clases 23 del primer piso

En la figura 163, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase 23 del primer piso.

Figura 163 Simulación obtenida del rediseño del salón de clase 23 del primer piso



En la tabla 96, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clases 23 del primer piso.

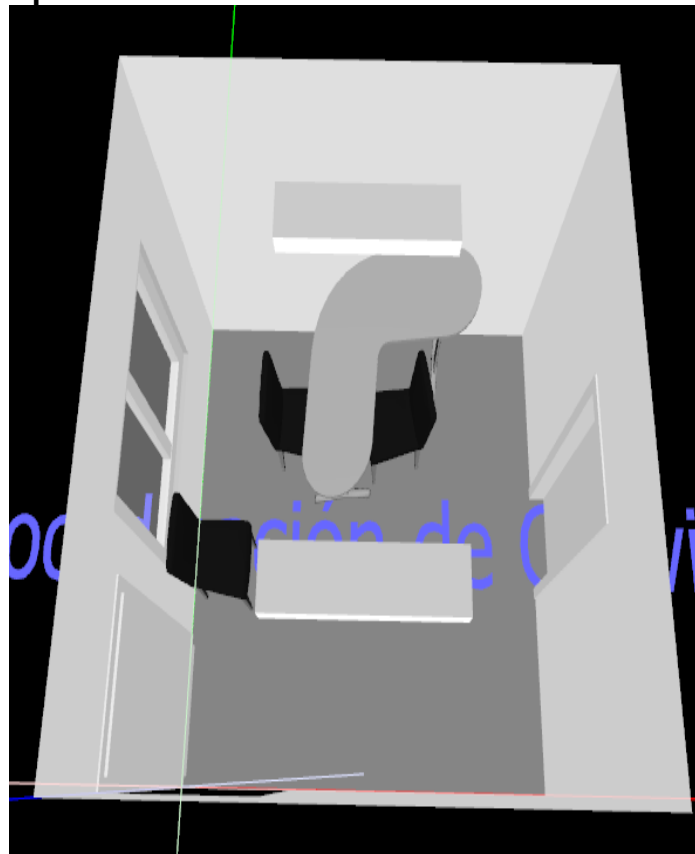
Tabla 96 Resultados del rediseño del salón de clase 23 del primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 86 | 382 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 3.04 | 2.41 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.15 Rediseño de la oficina de coordinación de convivencia social

En la figura 164, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux de coordinación de convivencia social del primer piso

Figura 164 Simulación obtenida del rediseño de coordinación de convivencia social del primer piso



En la tabla 97, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño de coordinación de convivencia social del primer piso

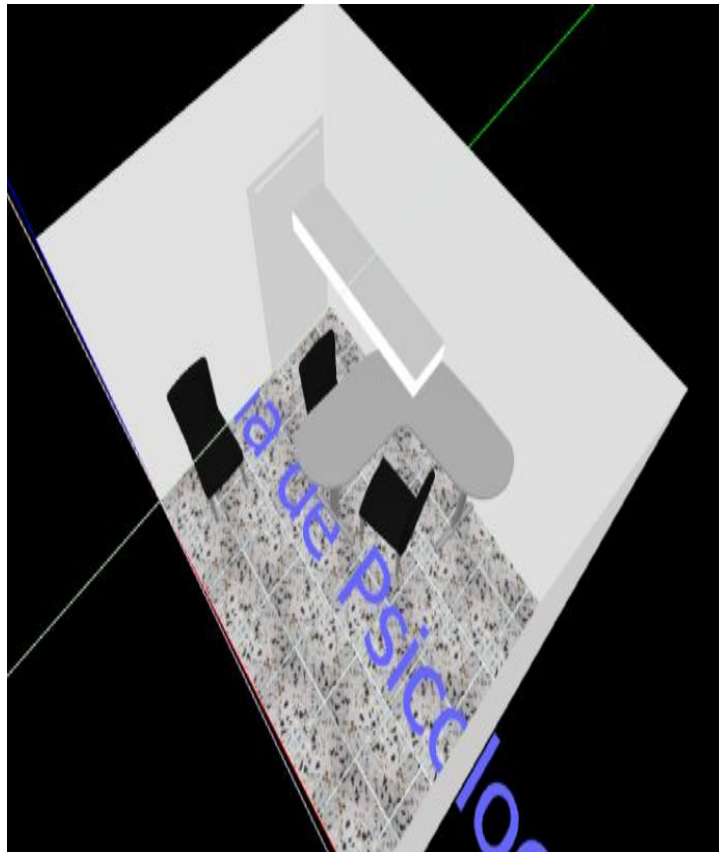
Tabla 97 Resultados del rediseño de coordinación de convivencia social del primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 136.5 | 352 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 4.52 | 4.60 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.16 Rediseño de la oficina de psicología primer piso

En la figura 165, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux de psicología del primer piso

Figura 165 Simulación obtenida del rediseño de la oficina de psicología del primer piso



En la tabla se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño de la oficina de psicología del primer piso

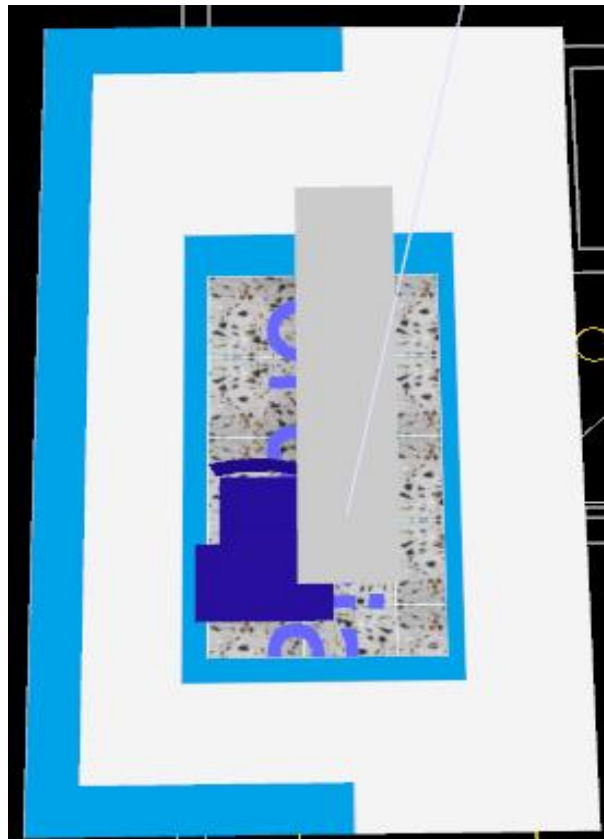
Tabla 98 Resultados del rediseño de la oficina de psicología del primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 158.75 | 443 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 3.89 | 4.05 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.17 Rediseño de portería del primer piso

En la figura 166, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux de portería del primer piso

Figura 166 Simulación obtenida del rediseño de portería del primer piso



En la tabla 99, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño de portería del primer piso

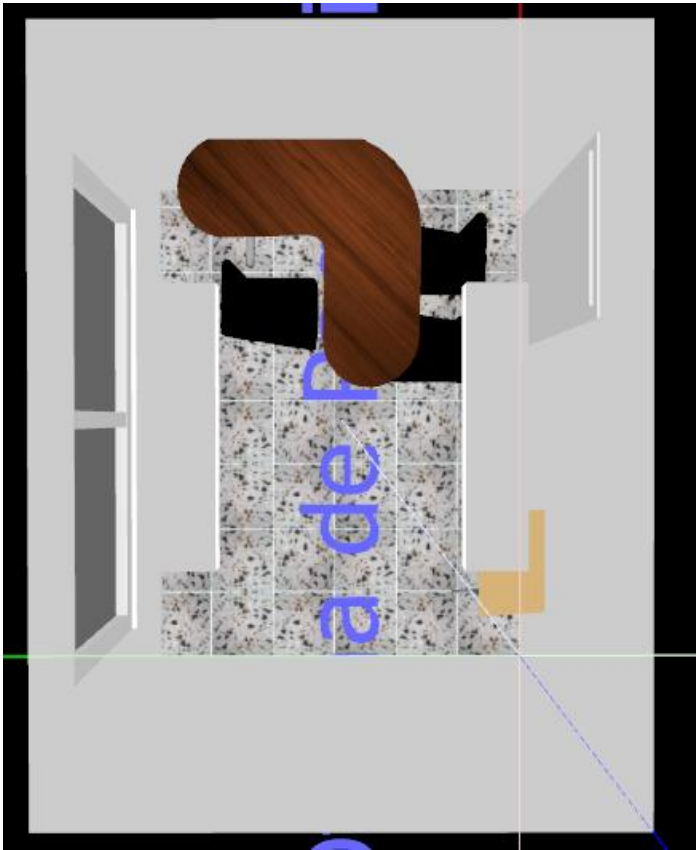
Tabla 99 Resultados del rediseño de portería primer piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 192 | 364 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 13.11 | 3.10 | 4 |
| UGR | ----- | 13 | 19 |

5.1.18 Rediseño de la oficina de pagaduría del segundo piso

En la figura 167, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux de la oficina pagaduría del segundo piso

Figura 167 Simulación obtenida del rediseño de la oficina de pagaduría del segundo piso



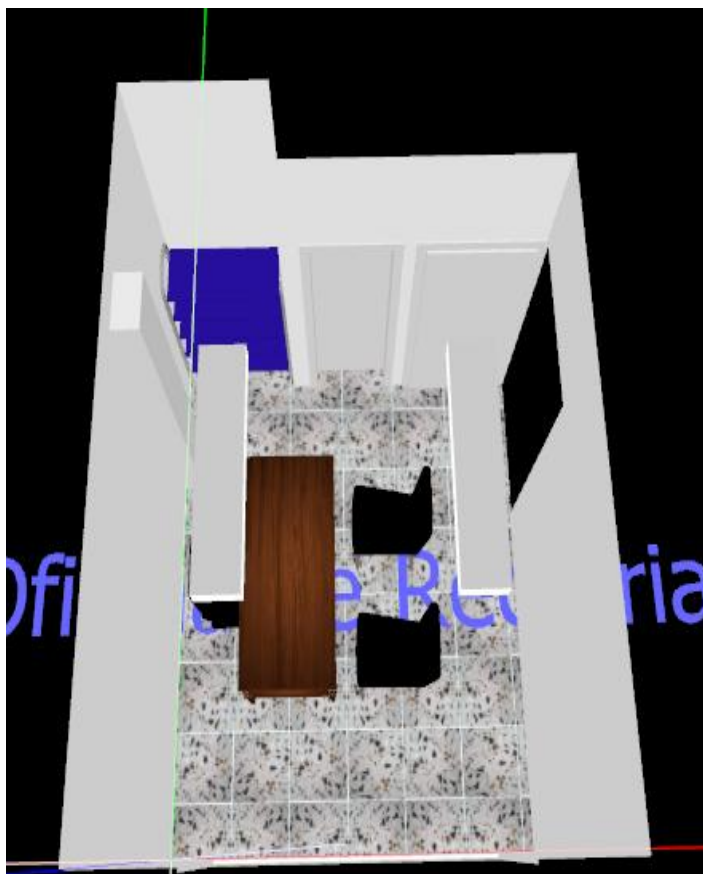
En la tabla 100, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño de la oficina de pagaduría del segundo piso

| Tabla 100 Resultados del rediseño de oficina de pagaduría del segundo piso | | | |
|--|-----------------|-------------------|-----------------|
| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
| Eprom (lx) | 121.25 | 359 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 5.68 | 3.36 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.19 Rediseño de la oficina de rectoría del segundo piso

En la figura 169, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux de la oficina de rectoría del segundo piso

Figura 168 Simulación obtenida del rediseño de la oficina de rectoría del segundo piso



En la tabla 101, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño de la oficina de rectoría del segundo piso

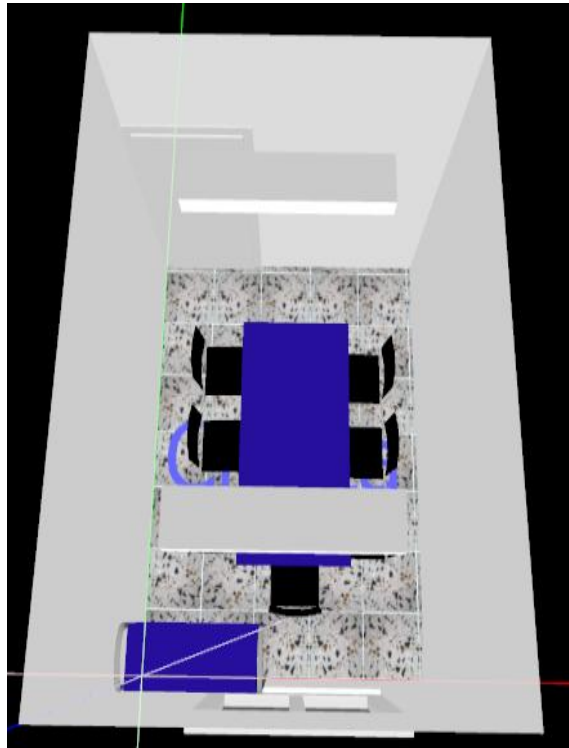
Tabla 101 Resultados del rediseño de la oficina de rectoría del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 151.25 | 320 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 4.46 | 3.40 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.20 Rediseño cocineta del segundo piso

En la figura 171, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux cocineta del segundo piso

Figura 169 Simulación obtenida del rediseño cocineta del segundo piso



En la tabla 102, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño cocineta del segundo piso

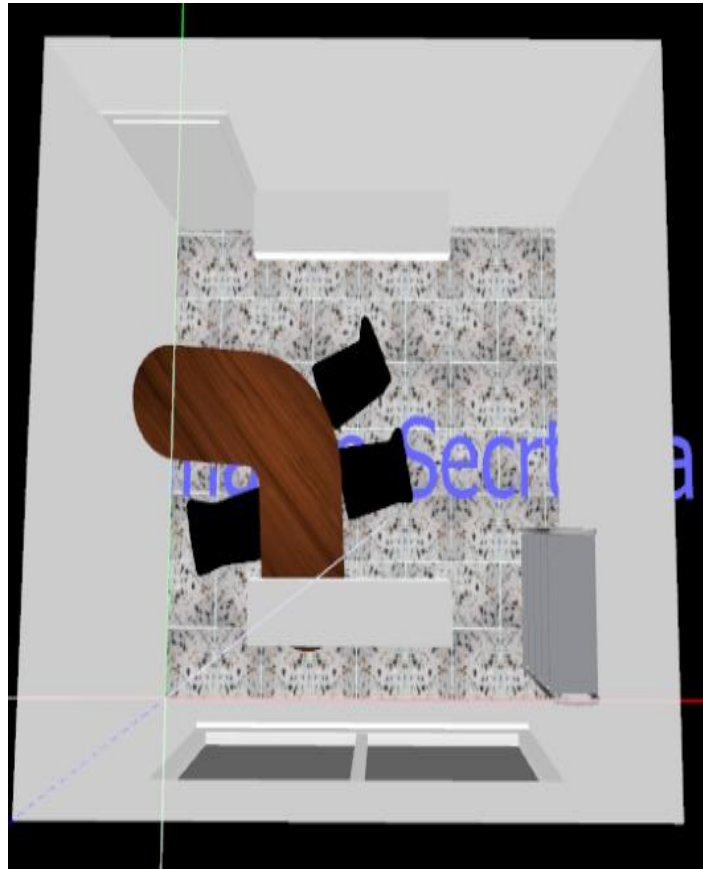
Tabla 102 Resultados del rediseño cocineta del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 143.5 | 466 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 5.59 | 3.02 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.21 Rediseño de la oficina de secretaria del segundo piso

En la figura 173, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux de la oficina de secretaria del segundo piso

Figura 170 Simulación obtenida del rediseño de la oficina de secretaria



En la tabla 103, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño de la oficina de secretaria del segundo piso

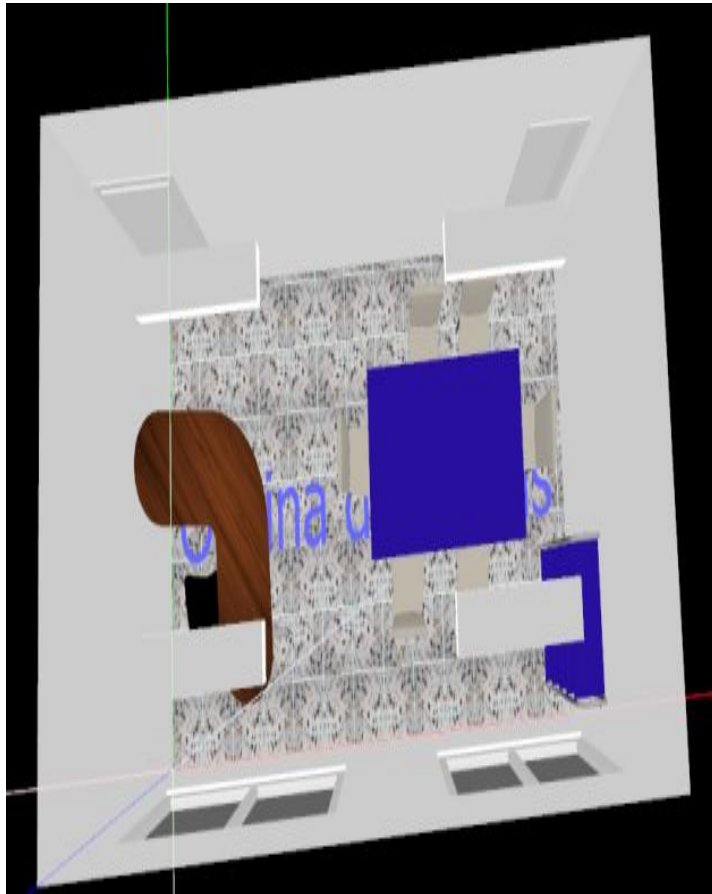
Tabla 103 Resultados del rediseño de la oficina de secretaria del segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 175.75 | 320 | 300 -750 |
| VEEI (W/m²) | 3.92 | 3.10 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.1.22 Rediseño de la oficina de juntas del segundo piso

En la figura 175, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux de la oficina de juntas del segundo piso

Figura 171 Simulación obtenida del rediseño de la oficina de juntas del segundo piso



En la tabla 104, se dan a conocer los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño de la oficina de juntas del segundo piso

Tabla 104 Resultados del rediseño de la oficina de juntas segundo piso

| Formula | Medición actual | Simulación actual | Valor requerido |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Eprom (lx) | 157 | 381 | 300 -750 |
| VEEI (W/m ²) | 3.92 | 2.84 | 4 |
| UGR | ----- | 19 | 19 |

5.2 Referencia de los niveles de luminancia promedio de cada área rediseñada

En la siguiente tabla se encuentran las áreas que fue necesario realizar el rediseño tanto en salones como oficinas del primero y segundo piso de dicha institución, los cuales se tuvieron en cuenta los niveles de iluminancia promedio medida, requerida y la simulación obtenida del dialux.

Tabla 105 Iluminancia promedio salones del primero y segundo piso

| LOCAL | Medidos | Rediseño (simulado) | Requerido |
|-----------------------|---------|---------------------|-----------|
| Salón 2 segundo piso | 136.8 | 300 | 379 |
| Salón 5 segundo piso | 91.5 | 300 | 410 |
| Salón 6 segundo piso | 117.93 | 300 | 371 |
| Salón 7 segundo piso | 89.87 | 300 | 334 |
| Salón 8 segundo piso | 61.31 | 300 | 350 |
| Salón 9 segundo piso | 76.43 | 300 | 340 |
| Salón 10 segundo piso | 52.25 | 300 | 392 |
| Salón 11 segundo piso | 124.5 | 300 | 0 |
| Salón 12 segundo piso | 220.56 | 300 | 387 |
| Salón 13 segundo piso | 176.81 | 300 | 344 |
| Salón 15 segundo piso | 142.81 | 300 | 390 |
| Salón 16 primer piso | 86 | 300 | 387 |
| Salón 18 primer piso | 132.41 | 300 | 524 |
| Salón 23 primer piso | 86 | 300 | 382 |

Tabla 106 Iluminancia promedio oficinas del segundo piso

| LOCAL | Medidos | Rediseño (simulado) | Requerido |
|---------------------------|---------|---------------------|-----------|
| Oficina de conviv. social | 136.5 | 300 | 352 |
| Oficina de psicología | 158.75 | 300 | 443 |
| Portería | 192 | 300 | 364 |
| Oficina de pagaduría | 121.25 | 300 | 359 |
| Oficina de rectoría | 151.25 | 300 | 320 |
| Cocineta | 143.5 | 300 | 466 |

En la figura 105,106 se dan a conocer los valores que se obtuvieron en el rediseño de los salones del primero y segundo piso y oficinas, dando paso a una nueva propuesta el cual garantiza una mejor iluminancia promedio la cual es requerida y exigida por las normas del RETILAP.

5.3 Rediseño del Valor de Eficiencia Energética de salones las oficinas del primero y segundo piso

En la tabla 107, se encuentran los salones de los dos pisos y las oficinas que fue necesario realizar un rediseño, con sus respectivos niveles de iluminancia promedio, medidos, requeridos y los analizados en la simulación con sus relativas modificaciones.

Tabla 107 Rediseño del Valor de Eficiencia Energética de los salones del primero y segundo piso

| LOCAL | Medidos (W/m2) | Rediseño (simulado) (W/m2) | Requerido (W/m2) |
|---------|----------------|----------------------------|------------------|
| Salón 2 | 2.78 | 2.64 | 4 |
| Salón 5 | 3.69 | 3.25 | 4 |
| Salón 6 | 2.32 | 2.68 | 4 |
| Salón 7 | 3.11 | 2.94 | 4 |
| Salón 8 | 4.4 | 4.22 | 4 |
| Salón 9 | 3.52 | 4.23 | 4 |

| | | | |
|-----------------|------|------|---|
| Salón 10 | 4.75 | 2.29 | 4 |
| Salón 11 | 2.03 | 0 | 4 |
| Salón 12 | 2.04 | 2.9 | 4 |
| Salón 13 | 2.17 | 2.93 | 4 |
| Salón 15 | 2.93 | 2.81 | 4 |
| Salón 16 | 4.63 | 2.71 | 4 |
| Salón 18 | 2.75 | 2.37 | 4 |
| Salón 23 | 3.04 | 2.41 | 4 |

Tabla 108 Rediseño Iluminancia Promedio de las oficinas del segundo piso

| LOCAL | Medidos (W/m2) | Rediseño (simulado) (W/m2) | Requerido (W/m2) |
|----------------------------------|---------------------------|---|-----------------------------|
| Oficina de pagaduría | 5.47 | 3.36 | 4 |
| Oficina de rectoría | 4.46 | 3.4 | 4 |
| Cocineta | 5.59 | 3.02 | 4 |
| Oficina de secretaria | 3.92 | 3.1 | 4 |
| Oficina de juntas | 3.92 | 2.84 | 4 |
| Oficina de pagaduría | 5.47 | 3.36 | 4 |

En la figura 172,173 se dan a conocer los valores medidos requeridos y simulados con el rediseño que se realizó en cada una de las áreas las cuales se encuentran mencionadas en las anteriores tablas 107 y 108, para así garantiza los niveles de luminancia promedio las cuales exige el RETILAP.

Figura 172 Iluminancia Promedio de los salones del Primero y segundo piso

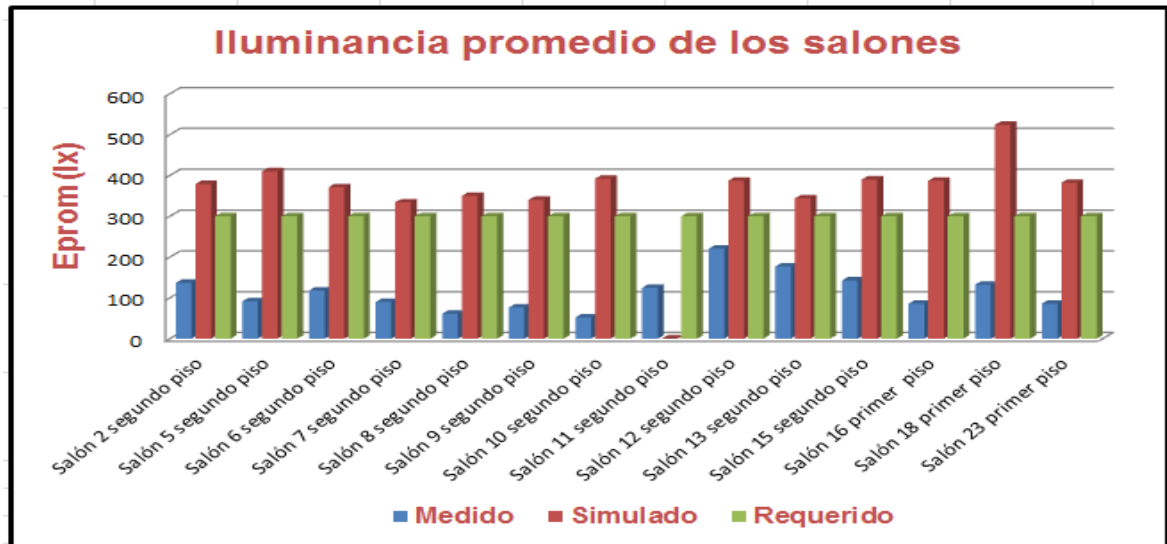
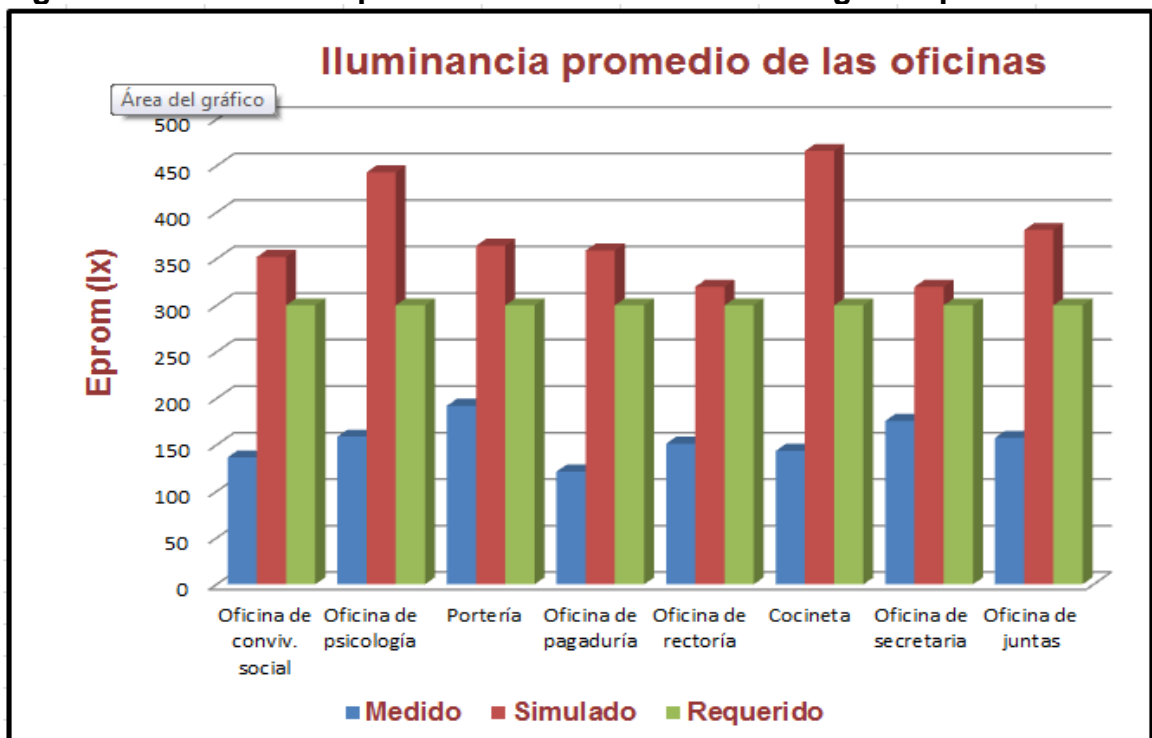


Figura 173 Iluminancia promedio de las oficinas del segundo piso



En la figura 174 y 175 se dan a conocer los valores medidos, requeridos y simulados con el rediseño que se realizó en cada uno de los salones y oficinas del plantel educativo para así garantiza los niveles de eficiencia energética en estas áreas.

Figura 174 Eficiencia Energéticas de los salones del primero y segundo piso

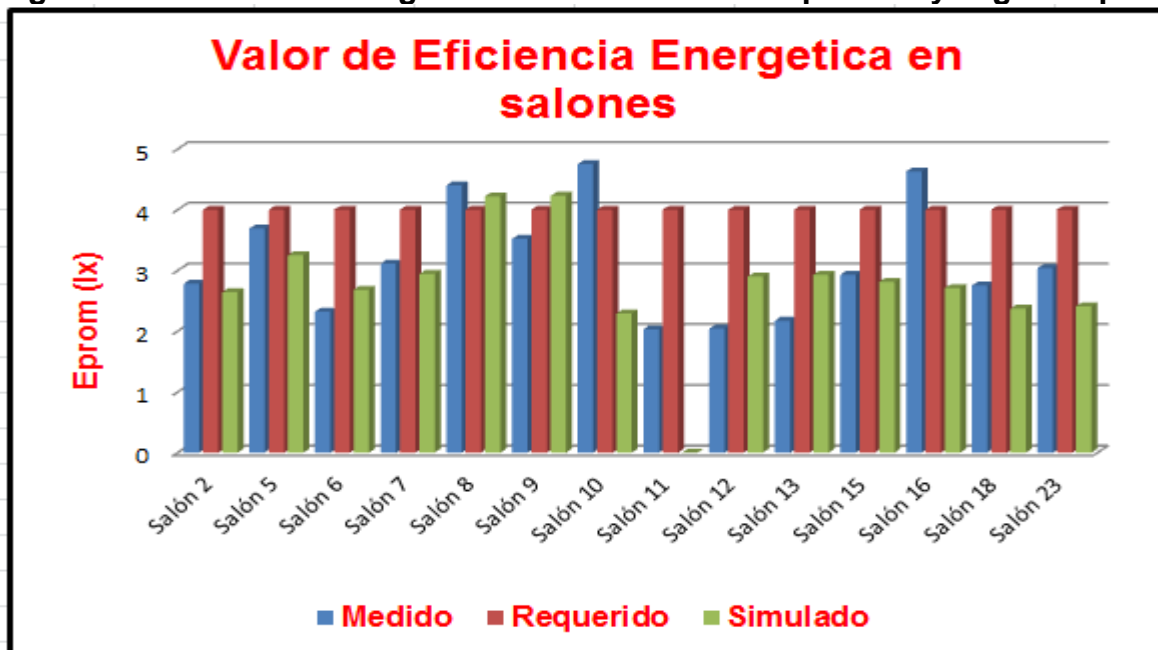
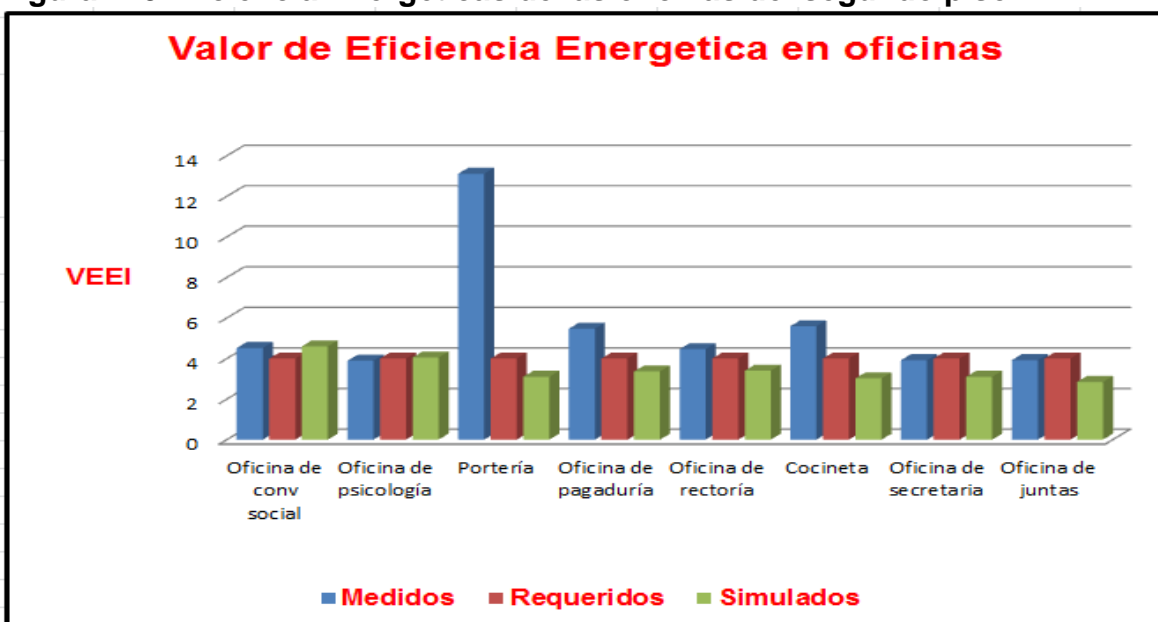


Figura 175 Eficiencia Energéticas de las oficinas del segundo piso



6. CONCLUSIONES

- Durante la inspección realizada a la Institución Educativa La Inmaculada, se evidencio que habían lámparas en mal estado, puesto que allí se realiza mantenimiento correctivo cada 6 meses, siendo esto perjudicial para el personal, ya que puede afectar las actividades laborales en las diferentes áreas.
- Durante la elaboración de los planos lumínicos se encontró con la ausencia de los planos estructurales, lo que requirió un mayor conocimiento en la herramienta de diseño AUTOCAD, haciendo posible culminar con la tarea satisfactoriamente.
- Durante la fase de simulación se concluye que: 13 aulas, 1 oficina, baños, patio, auditorio y pasillos cumplen con los niveles de iluminación establecidos por el reglamento RETILAP.
- Del proceso de inspección se identificó que la fase más crítica a ejecutar fue la simulación, debido a que se realizó con la herramienta DIALux evo y esta no se encuentra instalada en ninguno de los equipos de la facultad y por la estructuración de sus procesos no fue posible realizar un cálculo de manera general, lo cual con llevo a realizarlo aula por aula, gracias a un equipo portátil con recursos de hardware óptimo, sin embargo no fue suficiente.
- Del rediseño se concluye que la institución debe modificar la estructura lumínica en: 15 aulas y 8 oficinas, para cumplir con los requisitos establecidos por el reglamento RETILAP.

7. RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar el cambio de las lámparas T12 encontradas en el aula 14 y en la oficina de Coordinación de convivencia Social puesto que no son permitidas por el Decreto 3450 del 12 de septiembre de 2008 dice que las fuentes de iluminación de baja eficacia, incluidas las lámparas fluorescentes, deben ser remplazadas por fuentes de iluminación de mayor eficacia lumínica disponibles en el mercado, las cuales están siendo descontinuadas y remplazadas por lámparas tipo tubo fluorescente T8 y T5 que cuentan con tecnologías más eficaces y usan menor cantidad de mercurio.
- De la inspección realizada se recomienda el cambio de tomacorrientes que se encuentran en mal estado y/o el ajuste a los que se encuentran fuera de la caja, así como el cambio de los tomacorrientes que se encuentran en los baños por tomas GFCI, puesto que esto incluye riesgos para la vida humana de la comunidad educativa.
- Se sugiere como futuros proyectos la inspección eléctrica y las redes de comunicación, puesto que estos acompañados de los ya ejecutados constituyen el mejoramiento en calidad y seguridad de la Institución Educativa La Inmaculada.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. **WIKIPEDIA.** Iluminación Física. [En línea] [Citado el: 10 de 04 de 2013.] http://es.wikipedia.org/wiki/Iluminaci%C3%B3n_f%C3%ADsica.
2. **VOLTIMUM.** Inspección de Instalaciones Eléctricas bajo el RETIE. [En línea] [Citado el: 18 de 04 de 2013.] [http:// www.voltimum.com.co/noticia/estado-lainspeccion-instalaciones-electricas-bajo-retie](http://www.voltimum.com.co/noticia/estado-lainspeccion-instalaciones-electricas-bajo-retie).
3. **COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA.** *Resolución 182544 (29, diciembre, 2010) por lo cual se expide el reglamento tecnico de iluminación y Alumbrado Público- RETILAP y se dicta otras disposiciones.* . BOGOTA DC, El Ministerio, 2010, 246 p. : s.n.